

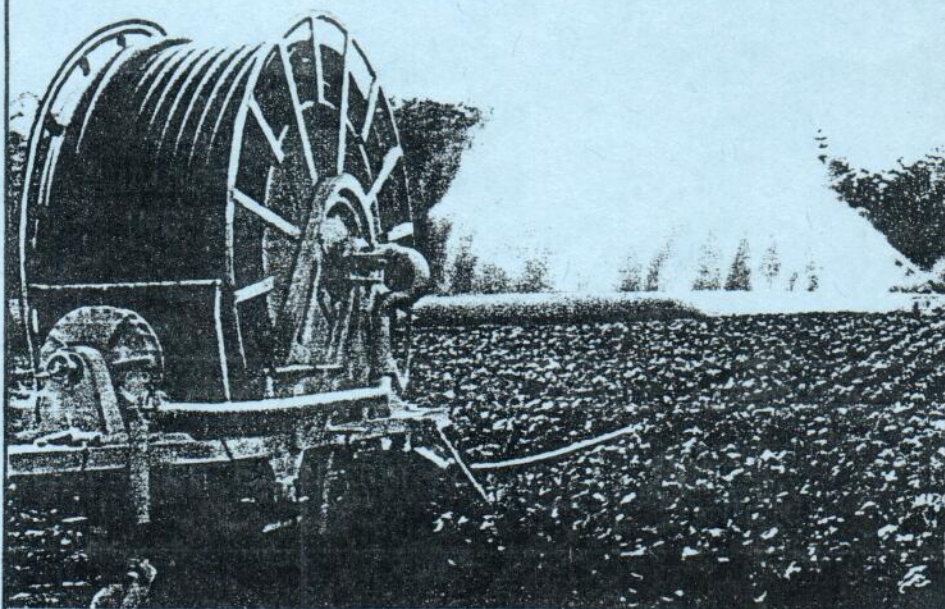


UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

DIRECCION DE EXTENSION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES

REQUERIMIENTO DE RIEGO DE LA ZONA SUR DEL PAIS

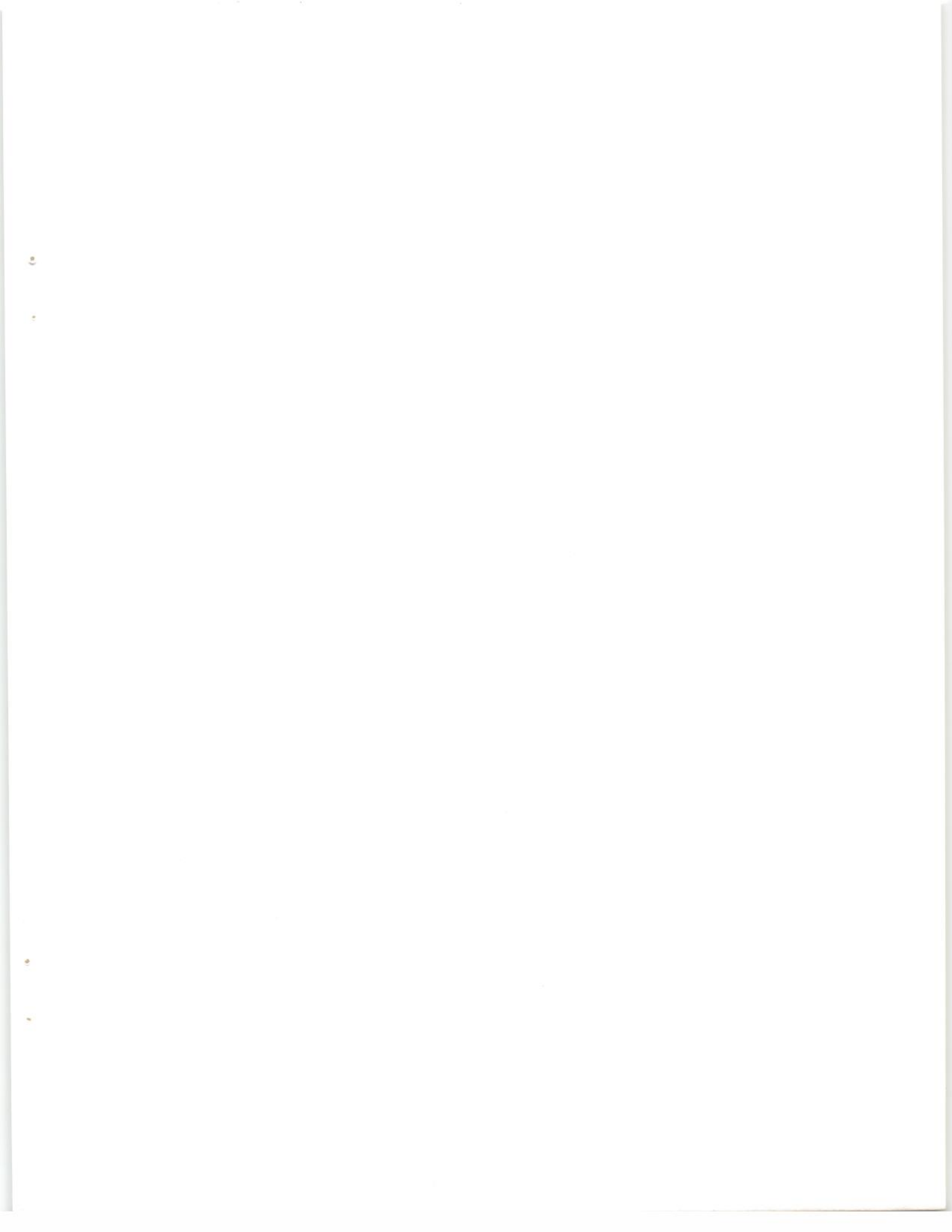


AUTOR.
ING. AGR. Ph. D. ALEJANDRO VALENZUELA A.
PROFESOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA
Boletín de Extensión N° 44

Octubre 1990

Chillón



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS, VETERINARIAS Y FORESTALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

REQUERIMIENTO DE RIEGO DE LA ZONA SUR DEL PAIS

Ing. Agr. Ph.D. ALEJANDRO VALENZUELA A.

Chillán, octubre de 1990

P R O L O G O

Este Boletín se preparó como un trabajo de divulgación a partir de investigaciones previas realizadas por la Universidad de Concepción, en un proyecto de análisis del riego de las regiones VII, VIII, IX y X.

Se agradece la colaboración del Ingeniero Agrónomo Sr. Ricardo León, del Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Dr. Luis Salgado S, de la Universidad de Concepción y de antecedentes proporcionados por el INIA y el Instituto Superior Adolfo Matthei de Osorno.

El documento corresponde a un boletín de extensión cuyo propósito es ser utilizado como elemento de apoyo a los ciclos de charlas y cursos corto que el Departamento de Ingeniería Agrícola ofrece regularmente a los agricultores y profesionales del agro.

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
A. Requerimientos de Riego	2
B. Conceptos sobre Evapotranspiración.	9
II. RESULTADOS	11
III. ANTECEDENTES CLIMATOLÓGICOS	21
IV. BIBLIOGRAFIA	33

I. INTRODUCCION

Está comprobado que la agricultura de la zona Sur del país necesita del agua suplementaria, más allá de las lluvias que se registran en la época de crecimiento vegetal activo.

En un estudio realizado por la Universidad de Concepción en 1974 en base a estadísticas regionales se comprobó que aparecen deficitarios en lluvia el período comprendido entre noviembre y marzo. El efecto en el desarrollo es superado en parte por el agua almacenada en el suelo, lo que sumado a las lluvias parciales de esos meses se logra establecer las condiciones para el crecimiento de los cultivos. Sin embargo, el déficit es marcado en los meses de diciembre y enero.

Este boletín entrega un análisis esencialmente climatológico, que permite establecer las épocas deficitarias y las cantidades de agua necesarias que deben aplicar en la región.

Las tablas que se incluyen provienen de un estudio realizado por la Universidad de Concepción para la región Los Angeles a Puerto Montt.

A. Requerimientos de Riego

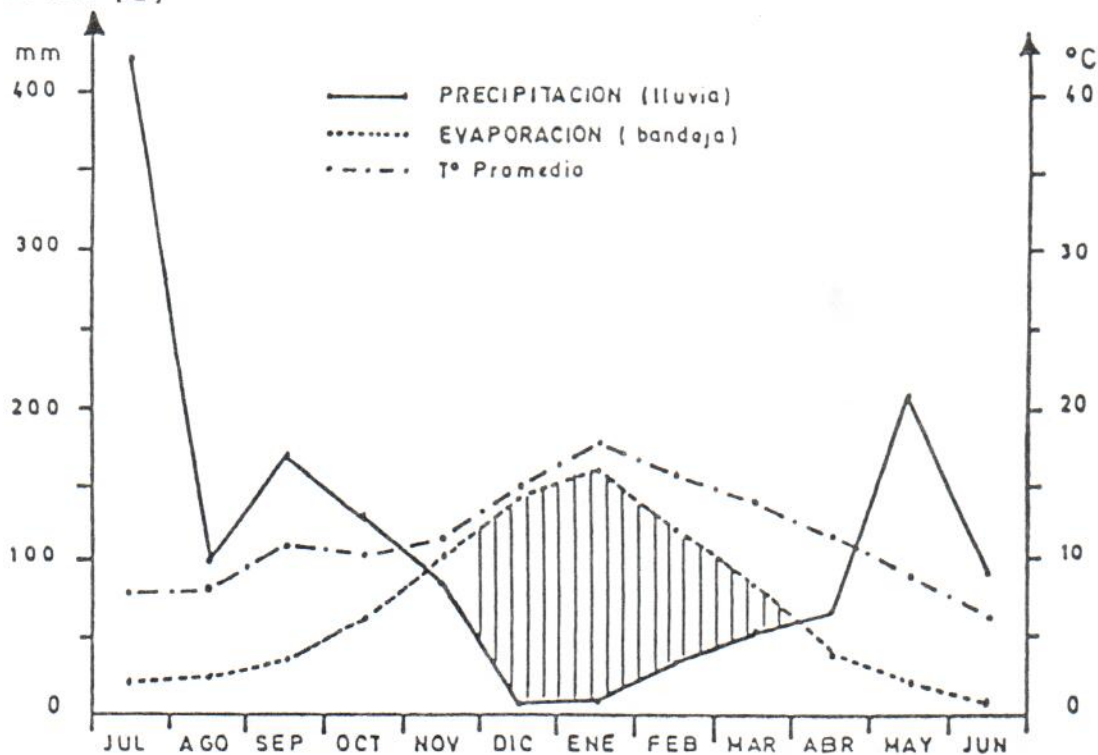
En general se define a los requerimientos de riego de una zona como la evapotranspiración (E.T.) de los cultivos menos la precipitación efectiva y disponible para el consumo de las plantas. "Es la cantidad de agua que se debe entregar mediante el riego a la tierra para asegurar la producción de los cultivos cuando la cantidad y distribución de las lluvias o nieve no son suficiente para sobrepasar la evapotranspiración (CIDIAT, 1964)".

Estas necesidades o requerimientos varían a lo largo del año debido a la variación de los factores que las conjugan. Un ejemplo típico de esta variación, se ilustra en la Figura 1, a la que se presenta una demanda de agua o déficit de precipitación desde mediados hasta septiembre inclusive.

La variación de la E.T. y precipitación se debe analizar también, a través de los años, ya que los parámetros climáticos de una zona sufren modificaciones periódicas.

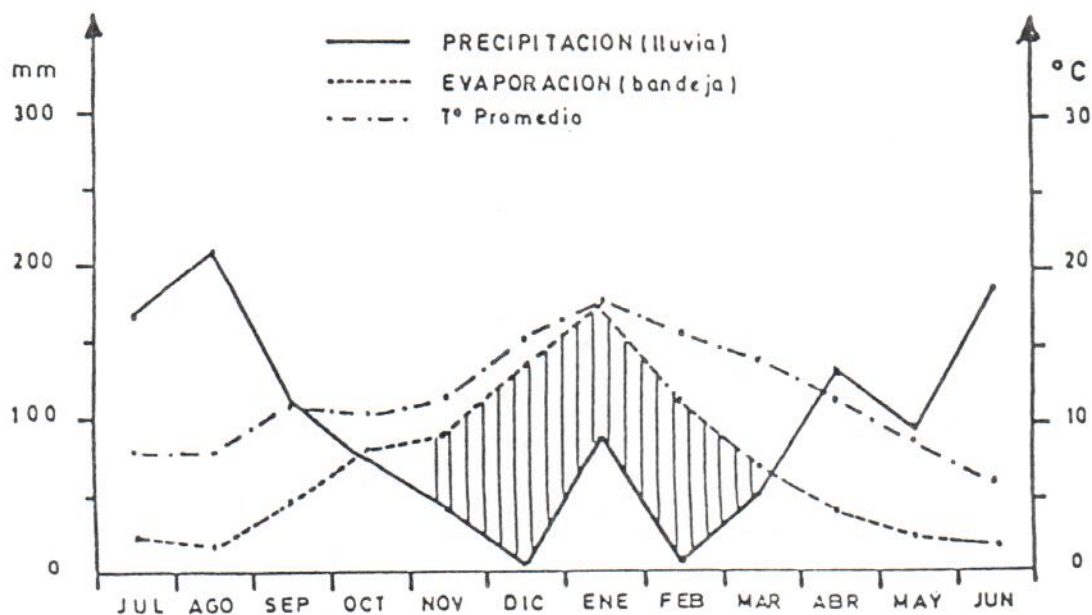
En un estudio de requerimientos de agua para un área determinada, es necesario además conocer las relaciones suelo-planta-agua, ya que los principales factores que la determinan son la evapotranspiración (ET), capacidad de almacenamiento de los suelos y, tipos de cultivo de la localidad (Stamm, 1967).

BALANCE HIDRICO Y TEMPERATURA PROMEDIO TEMPORADA 1978-1979. (1)



1. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno.

BALANCE HIDRICO Y TEMPERATURA PROMEDIO TEMPORADA 1982 - 1983. (2)



2. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno.

Por otro lado, aparte de conocer la época en que se producen estos déficit, se debe relacionar con los períodos críticos en que una falta de agua implicaría un deterioro en los cultivos.

En general, cuando existe un déficit de agua al comienzo del período vegetativo, se produce un mayor efecto en los rendimientos que si el déficit de agua se produjera al final de este mismo período; si la falta de agua acontece al final del ciclo fenológico, se traduciría en una menor calidad del fruto cosechado. Un resumen a través de varios autores respecto a los períodos críticos, se presenta en el cuadro siguiente.

PERIODO CRITICO AL DEFICIT DE HUMEDAD DE AGUA DE ALGUNOS CULTIVOS.

CULTIVOS	PERIODO CRITICO	REFERENCIA
papas	Después de la formación del <u>tu</u> bérculo.	Winter (1960), Taylor y Rognerud (1959).
	Estolonización y comienzo de tuberización.	Struchtemeyer (1960), Lis <u>et</u> <u>al</u> (1964).
	Floración y tuberización	Nijensohn <u>et al</u> (1966).
trigo	Espigadura y formación de grano	Lehane y Staple (1962).
cebada	Espigadura a grano en estado lechoso	Jensen, Millar y Bauer (1967).
	Grano en estado lechoso	Wells y Dubetz (1966).
avena	Comienzo de emergencia de la <u>es</u> piga	Van der Paaw (1949).
maíz	Previo a formación del polen y durante la formación de la ma- zorca	Denmead y Shaw (1960), Runge y Odell (1958), Robins y Domingo (1953).
vid	Comienzo de crecimiento en pri- mavera después de la formación del grano	Kasimatis (1967), Grassi et al (1967) Vaadia y kasimatis (1961).
soya	Período de mayor crecimiento <u>ve</u> getativo	Runge y Odell (1960).

Otro concepto que es necesario analizar para determinar los requerimientos de riego es el de precipitación efectiva (ppe).

Se define la precipitación efectiva como aquella parte de la precipitación total anual o estacional que es utilizada directa y/o indirectamente para la producción de un cultivo. Incluye el agua interceptada por la vegetación, la pérdida de evaporación desde la superficie del suelo y la evapotranspirada por las plantas durante su crecimiento, aquella fracción que se percola en el perfil del suelo o, facilita otras operaciones culturales ya sea antes o después de sembrar sin que dañe la calidad y producción de los cultivos. De acuerdo al criterio del Departamento de Agricultura de U.S.A., es la precipitación caída durante el período de crecimiento de los cultivos disponibles para suplir los requerimientos consumitivos de agua de esos cultivos. Kuiper (1969), por su parte, lo conceptualiza como aquella parte de la precipitación total después de haberle deducido el escurrimiento superficial y las aguas perdidas por percolación.

Hay varios factores que influyen en la proporción de la precipitación efectiva del total recibido. Estos factores pueden actuar en forma individual o colectiva e incluso, interrelacionado con otros. De esta manera, cualquier factor que afecte la infiltración, escurrimiento superficial o evapotranspiración, incluye en el valor de este tipo de precipitación.

FACTORES QUE INFLUENCIAN LA PRECIPITACION EFECTIVA.

FACTOR	CARACTERISTICA RELEVANTE
Precipitación	Cantidad, intensidad, frecuencia, distribución.
Otros parámetros meteorológicos	Temperatura, radiación, humedad relativa, velocidad del viento.
Suelo	Topografía, pendiente, tipo de uso de la tierra, profundidad, textura, estructura, contenido de materia orgánica y de sales.
Humedad del suelo	Temperatura, naturaleza de las sales disueltas (Na^+ , NO_3^-), viscosidad.
Napa freática	Profundidad, calidad
Administración	Tipo de cosecha, grado de nivelación, uso del suelo.
Canales	Tamaño, pendiente, rugosidad
Cultivos	Tipo de cultivo, profundidad del sistema radicular, grado de cobertura, estado de crecimiento, rotaciones de cultivo.

Existen en la actualidad diferentes criterios para estimar la precipitación efectiva (ppe) como un porcentaje de la precipitación total. En India, utilizan dos métodos: uno, es considerar un 70 % de la lluvia promedio estacional como efectiva y, el segundo, es determinarlo como la precipitación promedio sin incluir aquellas precipitaciones diarias que no se localizan en el rango de

5 a 75 mm/día e igualmente las que excedan a 125 mm. en 10 días. En Thailandia, se considera en un 80 % efectiva la lluvia caída en noviembre y, en un 90 % si acontece de diciembre a marzo (Doorenbos, et al, 1975).

Otro método para estimar este tipo de precipitación, es el desarrollado por el U.S. Department of Agriculture's Soil Conservation Service, que consiste en el uso de Cuadro y Figuras que son el resultado de un análisis de 50 años de precipitación en 22 estaciones meteorológicas con diferentes condiciones climáticas.

Stamm (1967), por su parte, da un criterio aproximado para la determinación de este tipo de precipitación que es válido para regiones áridas y semi-áridas. Se basa en una relación lineal desde un 100 % de efectividad para la primera pulgada (2,54 cm.) de lluvia hasta una efectividad nula para toda lluvia que exceda de seis pulgadas (15,24 cm) tal como se indica en el Cuadro siguiente:

PRECIPITACION EFECTIVA BASADA EN LOS INCREMENTOS DE PRECIPITACION MENSUAL.

INCREMENTO DE PRECIPITACION mm	PRECIPITACION EFECTIVA (ppe) %	Acumulado (cm.)
0.0 - 25,0	90 - 100	25
25,0 - 50,0	85 - 95	49
50,0 - 75,0	75 - 90	72
75,0 - 100,0	50 - 80	93
100,0 - 125,0	30 - 60	108
125,0 - 150,0	10 - 40	118
mayor 150,0	0 - 10	121

Desde el punto de vista de la producción agrícola, la efectividad de la precipitación está expresada como la relación existente entre la disponibilidad de agua de lluvia y las necesidades de agua para la producción potencial expresada en porcentaje (Dastane, 1974).

Esta efectividad depende de muchos factores tales como la cantidad e intensidad de las lluvias, capacidad de almacenamiento de los suelos y, características o tipos de cultivos (CIDIAT, 1964; Kuiper, 1969). De este modo, la precipitación durante el ciclo de crecimiento únicamente es efectiva cuando es acumulada en el perfil del suelo y está disponible para las plantas; la de invierno, es efectiva, aquella cantidad que permanece en el suelo hasta la temporada de crecimiento (Linsley et al, 1967).

B. Conceptos Sobre Evapotranspiración

Este tema ha sido ampliamente tratado por Salgado (1966), Ekern et al, (1967), Manríquez (1971), Ritchie et al (1971), Kijne (1974), Doorenbos y Pruitt (1975). Por esta razón, no se incluye en este trabajo una revisión acabada respecto al tema, dando solamente importancia a los métodos empíricos para determinar evapotranspiración.

Existen en la actualidad, numerosas fórmulas empíricas para calcular la evapotranspiración de los cultivos aunque la mayoría de ellos se confeccionaron con fines hidrológicos para zonas templadas con vegetación natural (Stanhill et al, 1968).

En general, los parámetros más utilizados son la radiación solar temperatura del aire, densidad de vapor saturado, velocidad media del viento, porcentaje de nubosidad, altura sobre el nivel del mar, déficit de presión de vapor.

Tanner (1967), da la siguiente clasificación:

1. Métodos de radiación. Pueden ser de dos clases: aquellos basados en argumentos racionales de balance de energía obtenidos de datos climáticos y, aquellos completamente empíricos. Fórmulas empíricas típicas son las de Penman (1948), Ferguson (1952), Makkink (1957), McIlroy (1961), Jensen y Haise (1963).

2. Métodos de temperatura. Son ampliamente empleados utilizando solamente el factor temperatura o en combinación con la humedad relativa. Lo subdivide en:

a. Fórmulas lineales: Lowry y Johnson (1942), Blaney y Morin (1942), Blaney y Criddle (1950), Turc (1954), Hargreaves (1956).

b. Fórmulas no lineales: Thornthwaite (1948).

c. Fórmulas de temperatura-presión de vapor, Halstead (1951).

3. Métodos de humedad. La mayoría de las fórmulas que incluye este método son modificaciones de la ecuación de Dalton en la cual la gradiente de presión de vapor es reemplazado por déficit de saturación. Cumplen estos requisitos las fórmulas de Skvortsov (1950), Prescott (1949).

II. RESULTADOS

La información existente permite establecer claramente que se necesita aplicar riegos en los meses de diciembre, enero y febrero. La cantidad de agua a aplicar será acorde con el tipo de suelo o sea, su capacidad de almacenamiento y del desarrollo cultivo en la época indicada.

En general se puede establecer que durante el verano con un 80 % de probabilidad es necesario al menos aplicar dos riegos. Habrá años en que se requieren más de cuatro riegos en la temporada.

Se ha hecho el cálculo con dos métodos, uno desarrollado en el sur de Idaho por Jensen y otro por Hargreaves en el Oeste de Estados Unidos. Ambos métodos dan resultados diferentes. Esto ocurre porque no ha existido la oportunidad de calibrar los procedimientos en la región. Sin embargo, ello nos permite entregar rangos en los que es posible encontrar la realidad para Osorno.

No es posible predecir la ocurrencia de fenómenos climáticos. La única herramienta que disponemos es estudiar el pasado, o sea la serie histórica de lluvias, temperaturas, evaporación, y suponer que en el futuro ocurrirá o se repetirá el mismo patrón de hechos. Así se indica la probabilidad de ocurrencia de lluvias y de evaporación. Ambas probabilidades están relativamente asociadas y su diferen-

cia nos da una estimación del requerimiento de agua de los cultivos.

Existen algunos indicios que podríamos estar frente a cambios de clima regionales, provocados por el efecto invernadero que sufre el planeta. Este efecto se genera por la barrera aislante que produce el anhídrido carbónico al paso hacia el espacio exterior del planeta de la radiación de onda larga. Ello hace que la emisión de calor del planeta sea menor y se está produciendo un aumento leve pero paulatino de la temperatura global de la tierra. Otros elementos más potentes que el CO_2 , como el clorofluocarbomatos, metano, óxidos nitrosos, participan en este proceso de calentamiento.

Este calentamiento podría producir mayores probabilidades de sequías prolongadas en las zonas al Sur del paralelo 30 y con mayor precisión en la región antártica.

Esta tendencia se iría acelerando en los próximos cincuenta años, ocurriendo en el intertanto subperíodos o ciclos de relativa mayor lluvias y otros de sequía más prolongadas.

En definitiva habrá que preocuparse para prevenir los déficit de agua que probablemente podrían ocurrir.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL CALCULADA MEDIANTE LAS ECUACIONES DE JEHSSEN-HAISE Y HARGREAVES EN OSORNO (mm/mes).

AÑO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H
1950	-	-	54.7	-	40.0	-	18.7	-	39.0	-	48.8	-	60.7	-
1951	73.7	-	52.8	-	36.4	-	19.0	-	38.2	-	52.6	-	71.8	-
1952	78.0	-	-	-	-	-	-	-	43.7	-	59.7	-	71.8	-
1958	74.5	160.1	52.0	128.8	42.6	123.9	18.7	44.7	43.7	84.4	53.8	88.8	61.0	147.2
1959	72.3	200.2	53.1	121.6	38.3	48.5	16.7	30.1	37.5	58.5	55.0	99.2	67.9	180.3
1963	71.3	152.1	55.5	163.6	37.9	74.0	19.5	35.7	42.4	73.1	51.3	72.9	61.4	135.8
1964	74.5	-	48.1	-	37.4	-	19.3	-	42.6	-	-	-	-	-
1965	-	-	53.9	140.3	39.8	120.7	18.2	57.2	37.7	84.0	56.6	139.8	58.1	133.3
1966	71.6	156.1	47.0	114.9	39.1	105.9	20.0	53.6	36.2	67.3	55.4	116.9	59.7	135.2
1967	72.0	164.3	49.1	111.3	38.0	76.7	17.7	37.7	40.6	69.4	-	-	66.9	202.7
1968	72.3	175.2	49.9	87.6	37.9	80.0	19.3	46.9	36.4	41.6	58.8	85.7	60.4	111.3
1969	71.3	140.7	47.8	93.8	36.6	74.5	18.0	45.2	35.4	43.6	52.9	106.7	65.6	162.4
1970	72.7	150.0	52.0	124.7	37.2	94.1	18.3	46.1	37.7	70.4	52.9	93.6	59.1	113.6
1971	64.8	116.9	47.0	94.6	35.9	78.9	16.3	39.9	35.1	65.2	48.5	93.1	58.4	115.4
1972	71.3	149.9	50.7	112.2	34.2	71.2	18.9	46.2	36.2	59.3	53.8	100.3	64.0	147.4
1973	68.4	117.0	48.1	89.4	38.3	81.2	18.9	47.8	36.7	52.6	51.9	82.3	60.4	112.4

- : No hay información de temperatura y/o humedad relativa

J-H : Jensen-Haise

H. : Hargreaves

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL CALCULADA MEDIANTE LAS ECUACIONES DE JEHSSEN-HAISE Y HARGREAVES PARA PUERTO MONTT (mm/mes).

AÑO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H
1950	40.9	182.4	32.6	133.5	26.1	101.6	15.0	72.5	23.0	87.0	26.9	103.4	34.5	135.2
1951	37.8	138.4	29.2	105.7	22.9	103.7	14.6	69.3	23.3	70.1	28.0	78.4	37.8	102.8
1952	44.3	118.1	32.4	80.3	23.8	74.9	16.5	57.4	24.9	58.9	31.3	73.4	37.8	91.6
1953	39.1	114.4	32.9	95.1	23.9	62.2	16.2	54.2	23.1	56.9	31.1	88.7	37.8	74.5
1954	38.4	81.1	31.6	76.3	25.6	61.8	15.6	45.7	23.3	54.6	31.2	73.9	36.6	92.7
1955	41.3	-	30.0	-	22.9	-	14.9	-	23.5	-	32.0	-	34.1	-
1956	34.2	68.3	30.2	55.7	23.1	44.2	13.5	35.4	24.6	106.8	31.3	141.6	36.2	146.7
1957	38.2	-	31.6	-	25.3	-	15.2	-	22.7	-	31.0	-	-	-
1958	38.0	121.6	29.3	76.5	24.5	60.6	14.3	29.6	25.1	50.9	28.7	69.9	33.3	80.9
1959	38.0	99.1	31.3	85.6	23.5	62.1	13.2	37.9	23.3	70.9	29.4	95.1	36.0	126.1
1960	42.1	148.9	32.4	112.3	23.1	83.4	14.5	38.1	23.0	65.4	29.0	94.6	34.3	109.2
1961	35.2	99.7	29.5	92.1	22.4	72.3	13.8	39.4	22.3	67.9	28.8	90.6	33.7	108.5
1962	37.2	121.7	30.0	100.8	24.6	99.3	14.1	55.8	24.1	75.4	30.8	102.1	37.6	143.8
1965	37.4	141.5	30.0	107.5	23.2	90.1	13.8	54.2	20.9	62.4	28.0	97.1	29.6	94.7
1966	35.8	125.4	25.4	83.1	22.7	77.7	15.1	49.4	19.1	61.1	28.1	91.7	31.6	109.7
1967	36.4	91.0	27.2	63.1	22.1	63.4	13.9	45.7	22.8	68.1	28.0	85.9	35.1	135.5
1968	36.8	223.3	28.5	85.0	21.4	69.2	14.0	45.2	20.5	53.6	29.9	82.1	32.4	92.9
1969	36.4	129.3	26.7	79.9	21.3	63.1	13.7	48.1	19.6	54.8	26.9	90.4	35.3	130.4
1970	37.6	128.0	28.5	96.5	21.1	102.7	13.6	49.0	21.0	66.0	26.7	92.5	30.8	97.3
1972	36.0	-	30.2	-	15.8	-	14.1	-	20.4	-	-	-	29.6	-
1973	34.0	-	26.2	-	22.4	-	13.9	-	20.4	-	26.0	-	30.8	-
1974	33.6	98.1	26.9	81.8	21.6	54.3	15.9	49.5	17.3	35.4	22.3	47.7	26.7	60.3

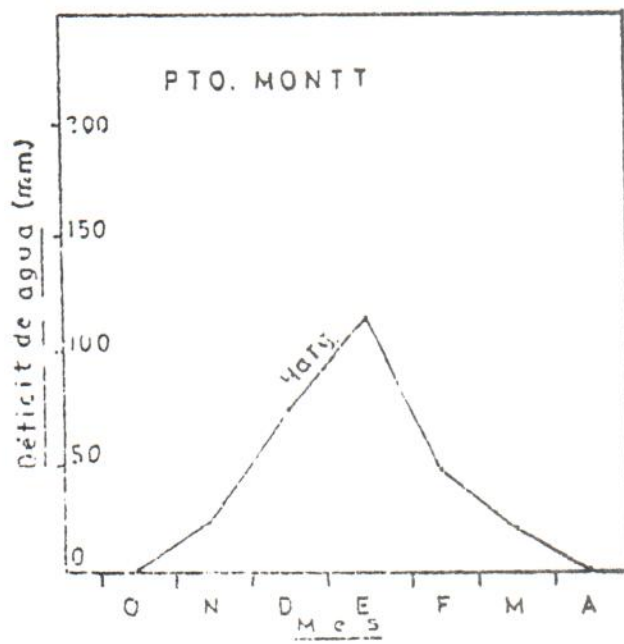
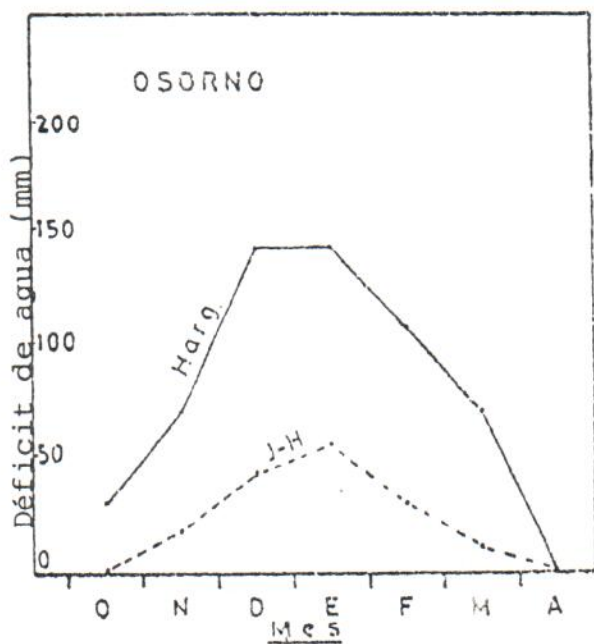
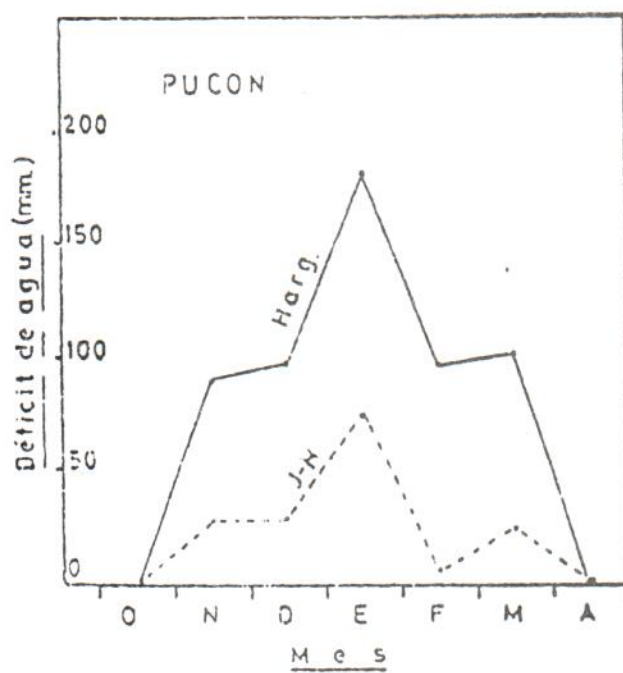
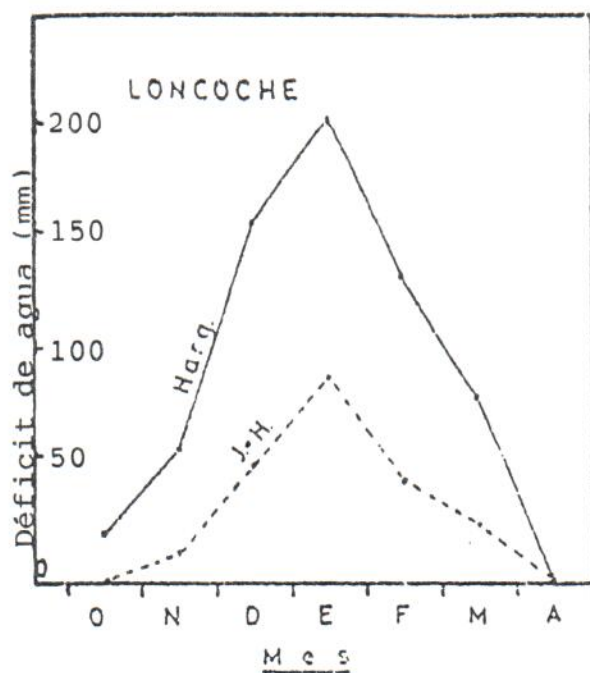
- : No hay información de temperatura y/o humedad relativa

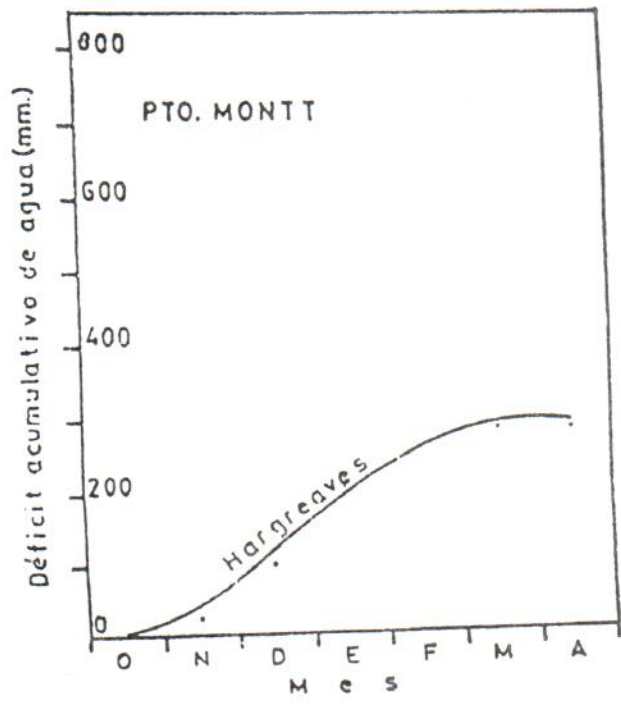
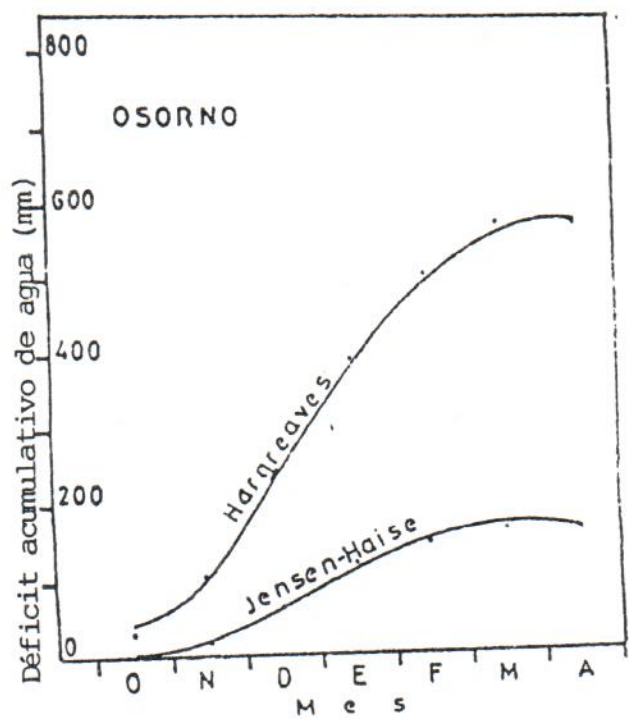
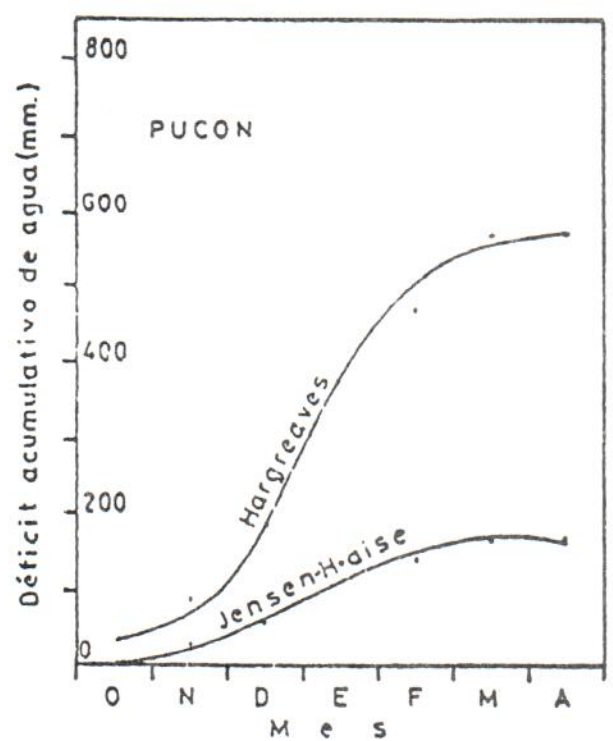
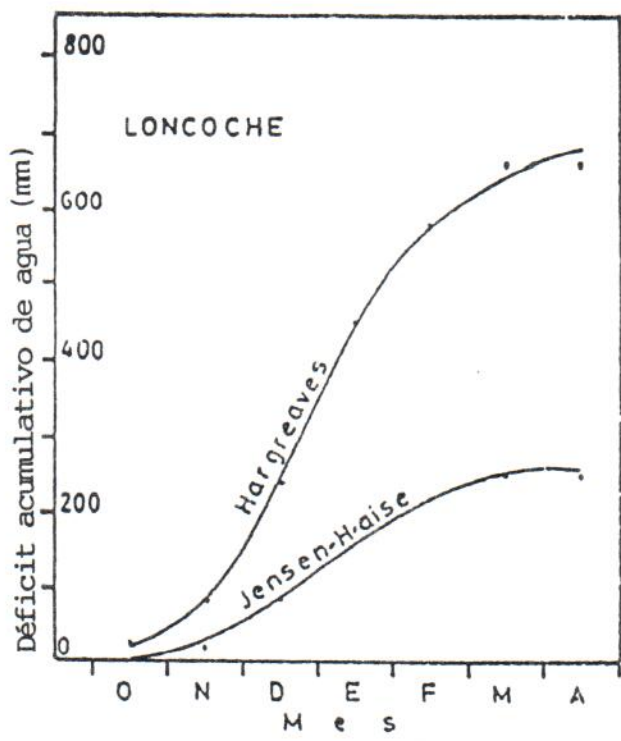
J-H : Jensen-Haise

H. : Hargreaves

REQUERIMIENTOS DE AGUA A DIVERSOS PORCENTAJES DE FRECUENCIA DE NO EXCEDENCIA
(mm/mes).

MES	%P	Los Ang.		Victoria		Traiguén		Temuco		Loncoche		Pucón		Osorno		P. Montt	
		H-T	T	J-H	T	J-H	T	J-H	T	J-H	T	J-H	T	J-H	T	J-H	T
E	20	55	135	23	90	0	50	35	94	37	117	5	75	15	94	0	0
	50	85	190	53	152	40	120	54	123	65	162	40	128	36	119	0	35
	80	118	245	83	215	82	190	74	150	92	206	75	181	58	145	0	115
F	20	45	86	0	35	42	101	23	32	0	11	0	0	0	32	0	0
	50	68	136	29	80	60	137	42	71	4	73	0	40	13	70	0	10
	80	91	188	60	127	78	175	61	110	44	135	6	97	29	110	0	48
M	20	20	90	5	20	7	20	0	15	0	15	0	0	0	0	0	0
	50	42	119	21	60	30	70	16	36	0	48	0	40	0	34	0	0
	80	65	150	38	105	55	120	36	60	25	80	25	101	11	70	0	20
A	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	18	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	80	27	74	1	0	18	60	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
O	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	26	0	0	0	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	80	33	67	0	0	23	60	5	27	0	22	0	0	0	29	0	0
N	20	0	50	0	2	10	35	4	30	0	0	0	3	0	3	0	0
	50	30	83	0	28	32	77	19	40	1	11	0	47	1	38	0	0
	80	65	127	27	53	53	120	34	53	13	59	28	90	18	74	0	25
D	20	26	96	0	0	22	65	6	25	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	58	49	11	60	58	82	33	35	13	59	0	0	16	70	0	23
	80	90	201	62	155	95	199	60	65	50	157	28	98	45	144	0	75





FRECUENCIA DE RIEGO (NUMERO RIEGOS POR MES) A UN 80 % DE FRECUENCIA DE NO EXCEDENCIA.

	Los Ang.		Victor.		Traig.		Temuco		Loncoc.		Pucón		Osorno		P. Montt	
	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H	J-H	H
10	48	105	27	65	40	93	27	48	24	66	16	57	16	57	0	28
20	24	52	13	32	20	46	13	24	12	33	8	28	8	28	0	14
30	16	35	9	21	13	31	9	16	8	22	5	18	5	19	0	9
40	12	26	6	16	10	23	6	12	6	16	4	14	4	14	0	7
50	9	21	5	13	8	18	5	9	4	13	3	11	3	11	0	5
60	8	17	4	10	6	15	4	8	4	11	2	9	2	9	0	4
70	6	15	3	9	5	13	3	6	3	9	2	8	2	8	0	4
80	6	13	3	8	5	11	3	6	3	8	2	7	2	7	0	3
90	5	11	3	7	4	10	3	5	2	7	1	6	1	6	0	3
100	4	10	2	6	4	9	2	4	2	6	1	5	1	5	0	2
110	4	9	2	5	3	8	2	4	2	6	1	5	1	5	0	2
120	4	8	2	5	3	7	2	4	2	5	1	4	1	4	0	2

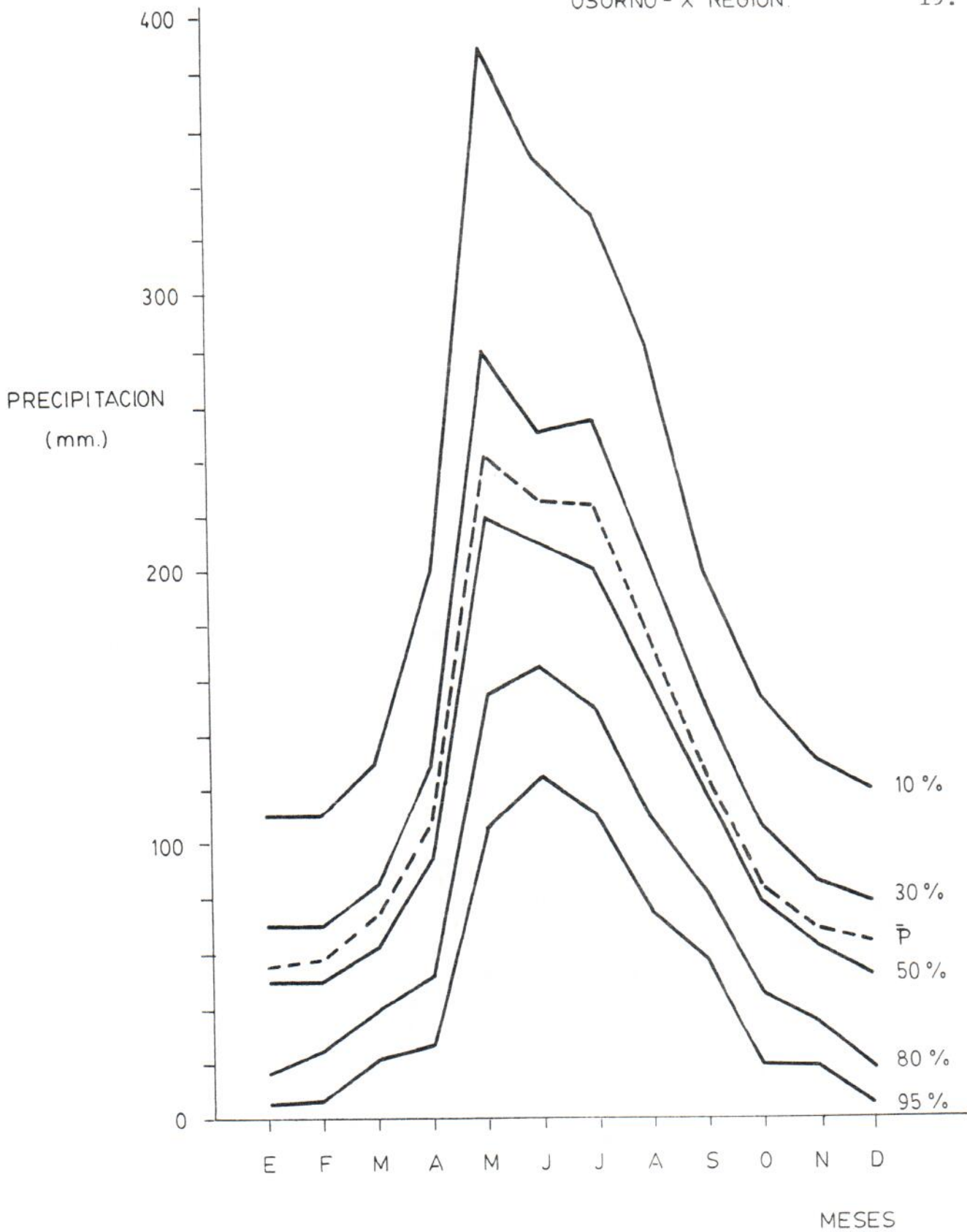
HUMEDAD APROVECHABLE (M.M.)

J-H = Jensen-Haise
H = Hargreaves

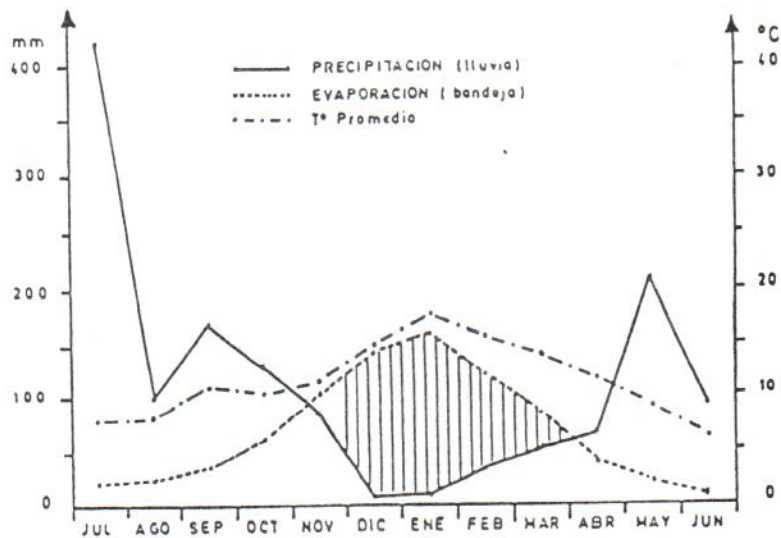
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

OSORNO - X REGION.

19.

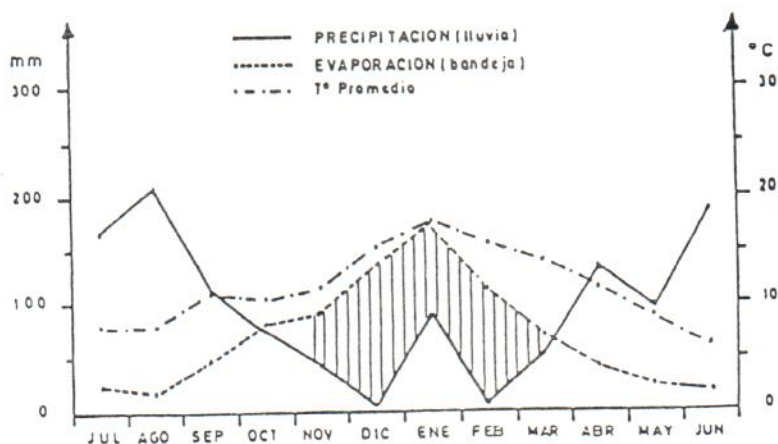


BALANCE HIDRICO Y TEMPERATURA PROMEDIO
TEMPORADA 1978 - 1979 (1)



1. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno

BALANCE HIDRICO Y TEMPERATURA PROMEDIO
TEMPORADA 1982 - 1983 (2)



2. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno

III. ANTECEDENTES CLIMATOLOGICOS

PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL Y TOTAL EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES
EN ESTUDIO. (mm)

	Lat. Sur	O	N	D	E	F	M	A	Total
Los Angeles	37° 28'	58.4	39.8	43.8	21.6	26.1	28.2	85.8	303.7
Victoria	38° 14'	111.2	73.6	77.0	33.5	39.5	39.2	100.2	474.2
Traiguén	38° 15'	73.8	46.0	42.2	61.9	20.8	56.6	83.1	384.4
Temuco	38° 45'	80.7	52.3	67.8	30.2	37.5	47.2	91.4	407.1
Loncoche	39° 16'	145.1	114.2	111.1	49.3	70.0	70.1	161.7	721.5
Pucón	39° 33'	167.0	88.5	149.0	67.5	93.7	81.2	174.2	821.1
Osorno	40° 34'	88.9	59.4	68.4	37.0	59.1	53.5	117.9	484.2
Puerto Montt	41° 28'	115.0	100.9	113.8	103.9	86.4	124.7	137.2	781.9

TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES EN ESTUDIO. (Cº)

	Lat.Sur	O	N	D	E	F	M	A
Los Angeles	37° 28'	12.0	15.3	18.1	19.5	18.9	16.3	13.0
Victoria	38° 14'	9.4	12.0	13.8	15.7	15.0	13.1	10.5
Traiguén	38° 15'	11.8	14.3	16.6	17.9	17.5	15.5	12.2
Temuco	38° 45'	10.6	13.0	14.9	15.9	15.4	13.9	11.4
Loncoche	39° 16'	11.0	14.1	15.1	17.6	16.7	14.5	11.5
Pucón	39° 33'	9.7	13.5	14.7	16.9	15.6	14.8	11.5
Osorno	40° 34'	10.1	12.3	14.3	15.2	14.2	12.8	10.1
Puerto Montt	41° 28'	9.8	12.3	13.7	14.7	14.4	12.8	10.7

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES EN ESTUDIO (%).

	Lat. Sur	O	N	D	E	F	M	A
Los Angeles	37° 28'	75.0	71.0	66.8	64.6	66.5	71.1	78.0
Victoria	38° 14'	79.4	76.7	72.5	65.4	69.9	73.3	82.4
Traiguén	38° 15'	78.2	73.0	68.5	69.1	67.6	73.9	81.3
Temuco	38° 45'	81.3	79.0	76.2	71.4	73.7	75.7	83.0
Loncoche	39° 16'	75.5	72.0	68.8	66.6	69.9	73.7	81.7
Pucón	39° 33'	74.8	71.1	71.2	66.5	69.8	71.6	79.8
Osorno	40° 34'	79.6	76.1	70.6	68.7	72.5	77.9	84.9
Pto. Montt	41° 28'	80.8	79.4	78.9	77.9	80,5	81.7	84.7

INSOLACION PROMEDIO MENSUAL DE LAS DIFERENTES LOCALIDADES EN ESTUDIO (hrs.)

	Lat.Sur	O	N	D	E	F	M	A
Los Angeles	37° 28'	233.2	214.2	218.7	288.0	249.1	217.4	183.3
Vctoria	38° 14'	194.2	213.4	239.6	249.8	229.4	213.9	121.9
Traiguén	38° 15'	194.2	213.4	239.6	249.8	229.4	213.9	121.9
Temuco	39° 45'	198.8	201.4	241.3	243.6	266.0	198.2	142.9
Loncoche	39° 16'	159.4	215.0	229.0	288.5	203.6	214.5	147.0
Pucón	39° 33'	159.4	215.0	229.0	288.5	203.6	214.5	147.0
Osorno	40° 34'	175.4	195.8	205.2	248.6	193.8	174.6	91.0
Puerto Montt	41° 28'	121.1	115.6	123.7	144.6	121.6	113.8	98.5

RADIACION SOLAR PROMEDIO MENSUAL PARA CADA UNA DE LAS LOCALIDADES EN ESTUDIO (mm/mes).

Estación	Lat.Sur	O	N	D	E	F	M	A
Los Angeles	37°28'	184.4	192.4	201.0	235.3	193.9	163.3	112.5
Victoria	38°14'	160.9	191.3	212.2	212.4	183.1	158.1	114.7
Traiguén	38°15'	161.8	191.2	212.2	212.4	181.8	157.3	112.7
Temuco	38°45'	164.9	191.4	211.3	208.7	200.5	148.8	94.2
Loncoche	39°16'	144.2	192.5	206.3	232.8	168.2	154.3	94.4
Pucón	39°33'	143.2	192.6	206.3	232.8	168.4	154.9	95.4
Osorno	40°34'	151.2	183.1	192.7	203.5	153.8	119.8	71.9
P. Montt	41°28'	123.2	134.7	147.5	153.1	123.3	105.2	75.5

DATOS METEOROLOGICOS DE OSORNO

h = 27 mt.
 Lat.= 40° 34' S.
 Long.= 73° 04' W.

AÑO	MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			Inso- lación (hrs)	Preci- pitac. (mm)
		MAX.	MIN.	MED.	08 h.	14 h.	19 h.		
1950	ENE.	26.0	8.5	-	-	-	-	8	
	FEB.	25.9	7.8	15.8	-	-	-	15	
	MAR.	22.0	7.2	13.6	-	-	-	22	
	ABR.	15.7	5.4	10.2	-	-	-	157	
	OCT.	17.6	4.0	10.1	-	-	-	51	
	NOV.	17.9	4.8	10.6	-	-	-	92	
	DIC.	22.7	6.3	13.5	-	-	-	60	
1951	ENE.	24.1	8.0	15.7	-	-	-	86	
	FEB.	22.8	6.7	15.1	-	-	-	22	
	MAR.	20.7	4.2	11.9	-	-	-	40	
	ABR.	18.1	4.3	10.5	-	-	-	52	
	OCT.	16.9	4.8	9.8	-	-	-	63	
	NOV.	18.7	5.8	11.8	-	-	-	87	
	DIC.	25.7	8.4	16.9	-	-	-	14	
1952	ENE.	26.3	7.2	16.9	-	-	-	13	
	FEB.	26.2	8.9	-	-	-	-	47	
	-	-	-	-	-	-	-	211	
	ABR.	18.8	6.3	-	-	-	-	30	
	OCT.	20.0	5.2	11.9	-	-	-	70	
	NOV.	23.7	5.4	14.1	-	-	-	53	
	DIC.	26.3	7.8	16.9	-	-	-	30	
1958	ENE.	22.9	7.2	15.9	84	61	66	-	32
	FEB.	22.9	5.6	14.8	85	57	66	-	38
	MAR.	24.2	5.4	14.8	91	54	68	-	6
	ABR.	16.4	4.9	10.9	94	78	84	-	100
	OCT.	18.5	5.1	11.9	90	69	77	-	10
	NOV.	17.6	5.9	12.2	89	73	76	-	0
	DIC.	20.2	5.2	13.6	83	57	64	-	0
1959	ENE.	22.7	5.8	15.3	82	58	62	-	67
	FEB.	23.0	6.5	15.2	89	61	68	-	32
	MAR.	20.0	5.7	13.8	92	71	78	-	102
	ABR.	15.0	2.0	8.6	94	84	90	-	201
	OCT.	15.7	3.4	9.5	91	77	82	-	125
	NOV.	18.5	6.0	12.6	88	70	73	-	27
	DIC.	23.6	7.0	15.7	86	50	60	-	2

CONTINUACION

AÑO	MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA(%)			Inso- lación (hrs)	Preci- pita- ción (mm)
		MAX.	MIN.	MED.	08 h.	14 h.	19 h.		
1963	ENE.	22.2	6.6	15.0	86	63	61	255	58
	FEB.	25.4	6.5	16.1	88	46	52	246	24
	MAR.	19.7	5.4	12.6	92	73	81	244	54
	ABR.	16.8	4.7	10.9	93	88	90	104	144
	OCT.	18.1	5.0	11.4	92	72	80	163	121
	NOV.	17.8	5.1	11.4	91	75	82	168	94
	DIC.	20.8	6.1	13.7	87	63	65	207	89
1964	ENE.	23.1	8.3	15.9	90	56	59	236	44
	FEB.	20.0	6.4	13.3	93	67	69	165	60
	MAR.	19.5	5.3	12.4	92	65	68	174	41
	ABR.	16.7	4.7	10.7	94	76	84	75	61
	OCT.	19.1	4.3	11.5	91	62	70	216	60
	-	-	-	-	-	-	-	164	57
	-	-	-	-	-	-	-	163	94
1965	ENE.	-	-	-	-	-	-	215	63
	FEB.	21.1	9.9	15.5	86	57	60	126	89
	MAR.	21.5	6.6	13.5	89	56	60	187	60
	ABR.	15.5	4.5	9.8	91	68	76	89	241
	OCT.	15.6	3.8	9.6	87	61	67	189	105
	NOV.	19.3	6.5	13.1	84	55	57	223	102
	DIC.	18.1	5.9	12.7	83	61	64	202	64
1966	ENE.	23.4	7.0	15.1	89	53	65	226	14
	FEB.	22.5	3.4	12.9	90	50	65	228	10
	MAR.	21.5	6.4	13.2	92	55	71	181	0
	ABR.	18.5	4.8	11.3	94	74	83	96	151
	OCT.	15.7	3.8	9.0	90	63	78	174	72
	NOV.	19.8	4.8	12.7	87	54	74	195	30
	DIC.	19.3	6.6	13.2	87	57	67	209	162
1967	ENE.	21.9	8.5	15.2	86	50	66	311	60
	FEB.	21.3	6.7	13.7	91	57	68	204	102
	MAR.	20.1	6.1	12.7	93	71	80	87	50
	ABR.	17.8	3.7	9.4	95	78	88	-	68
	OCT.	16.7	6.0	10.7	93	69	81	139	158
	NOV.	-	-	-	-	-	-	229	6
	DIC.	22.5	8.1	15.4	71	48	55	245	27

CONTINUACION

AÑO	MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA(%)			Inso- laci3n (hrs)	Preci- pitac. (mm)
		MAX.	MIN.	MED.	08 h.	14 h.	19 h.		
1968	ENE.	24.2	6.8	15.3	88	49	57	10	
	FEB.	20.8	7.7	14.0	91	74	76	263	
	MAR.	19.1	7.5	12.6	94	67	79	34	
	ABR.	17.8	5.8	10.7	95	74	87	97	
	OCT.	15.4	3.8	9.1	96	80	89	100	
	NOV.	19.5	8.6	13.8	93	73	84	75	
	DIC.	19.3	7.8	13.4	89	67	77	179	
1969	ENE.	22.2	8.5	15.0	91	60	68	8	
	FEB.	20.6	6.9	13.2	94	65	71	96	
	MAR.	19.8	5.8	12.0	95	68	79	45	
	ABR.	15.9	4.4	9.7	93	72	87	145	
	OCT.	14.2	4.1	8.7	93	70	84	105	
	NOV.	17.5	6.6	11.9	64	62	72	109	
	DIC.	22.4	7.8	15.0	85	54	65	31	
1970	ENE.	22.2	9.0	15.4	89	59	67	33	
	FEB.	23.0	7.6	14.9	91	55	66	26	
	MAR.	21.3	5.3	12.3	93	59	71	32	
	ABR.	16.8	4.8	9.9	94	73	85	92	
	OCT.	16.3	4.0	9.6	91	65	77	35	
	NOV.	18.2	6.1	11.9	91	67	73	51	
	DIC.	18.7	7.4	13.0	89	64	75	92	
1971	ENE.	19.2	7.4	13.2	90	63	72	44	
	FEB.	20.1	6.7	12.9	93	64	70	47	
	MAR.	19.0	6.1	11.7	92	65	78	56	
	ABR.	16.2	2.2	8.3	95	69	86	95	
	OCT.	17.8	4.0	10.5	93	61	76	49	
	NOV.	19.4	6.8	12.8	88	59	72	34	
	DIC.	18.6	7.3	-	89	64	72	111	
1972	ENE.	22.5	8.1	15.0	90	57	65	26	
	FEB.	22.6	6.4	14.3	91	61	68	27	
	MAR.	17.6	5.4	10.9	94	66	77	102	
	ABR.	16.5	5.6	10.4	95	74	86	80	
	OCT.	14.5	4.9	9.0	91	70	81	123	
	NOV.	19.1	6.2	12.2	89	66	72	37	
	DIC.	21.6	6.8	14.5	86	60	66	49	
1973	ENE.	21.2	6.9	14.2	91	68	73	30	
	FEB.	21.8	8.3	13.3	93	67	75	36	
	MAR.	21.0	6.4	13.8	94	67	79	45	
	ABR.	15.5	6.4	10.4	91	75	87	85	
	OCT.	15.1	4.3	9.2	94	74	84	176	
	NOV.	18.6	5.0	11.6	90	70	80	35	
	DIC.	20.7	6.0	13.4	89	69	74	49	

FUENTE: Anuarios Meteorol3gicos de Chile, y Sub-estaci3n experimental
"Barros Blancos"

- : No hay informaci3n

CUADRO PLUVIOMETRICO ANUAL 50 AÑOS 1935 a 1984.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.	Anual
1935	19	53	61	40	205	341	101	186	130	80	90	112	1.418
1936	33	43	71	148	313	226	242	163	89	32	30	192	1.582
1937	17	68	113	36	165	201	216	163	51	54	97	53	1.214
1938	31	14	79	78	193	225	212	87	107	91	99	19	1.735
1939	127	40	35	59	299	234	88	195	113	170	39	23	1.422
1940	51	141	52	182	286	228	235	63	90	84	66	94	1.572
1941	0	51	42	160	213	184	387	233	37	109	88	86	1.590
1942	37	47	92	100	143	129	168	214	119	91	37	40	1.217
1943	3	37	85	98	200	132	175	59	143	71	47	0	1.050
1944	19	33	55	49	137	333	184	351	85	274	54	7	1.581
1945	63	74	159	122	436	152	351	236	125	33	91	91	1.933
1946	51	110	12	80	244	156	282	78	307	142	158	39	1.659
1947	136	35	61	59	273	303	82	143	170	47	78	62	1.469
1948	105	12	56	133	84	209	258	89	150	72	19	128	1.315
1949	23	162	141	98	424	391	96	53	50	9	34	59	1.542
1950	8	59	223	164	270	330	166	216	147	51	87	64	1.785
1951	102	25	40	32	385	260	213	129	185	50	87	14	1.522
1952	17	48	208	50	205	114	199	102	100	70	53	22	1.188
1953	187	49	99	56	326	217	250	238	274	69	27	57	1.849
1954	28	36	76	65	139	159	166	119	162	60	46	67	1.123

CUADRO PLUVIOMETRICO ANUAL 50 AÑOS 1935 a 1984

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Maye	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.	Anual
1955	60	63	31	154	54	213	142	172	111	11	27	175	1.213
1956	62	68	97	93	81	166	189	130	135	72	36	6	1.135
1957	61	0	22	22	248	120	239	184	71	38	54	64.3	1.113.3
1958	32.4	38.5	6.2	99.8	343.8	238.8	254.1	151.1	122.5	15.1	99.3	17.3	1.418.9
1959	67.7	19.2	136.9	190.4	160.0	139.3	193.9	132.3	115.7	116.8	18.7	13.2	1.304.1
1960	28.4	36.4	93.3	95.4	132.3	198.5	190.2	131.7	85.2	81.5	37.8	43.4	1.154.10
1961	143.8	71.2	52.9	59.7	284.5	248.5	246.2	177.6	205.9	29.2	30.8	0.2	1.550.5
1962	37.5	7.6	65.5	86.5	131.2	207.2	84.1	255.4	107.2	46.7	83.3	42.1	1.154.3
1963	70.3	42.9	28.6	134.4	153.0	210.7	209.7	240.8	145.2	120.7	107.8	74.2	1.536.30
1964	59.3	70.0	53.2	66.3	247.5	205.7	135.8	283.9	161.5	40.6	48.8	96.9	1.469.5
1965	81.6	100.8	13.7	270.7	140.1	321.5	344.5	334.6	68.0	139.2	131.2	54.8	2.000.7
1966	18.6	4.8	87.3	188.2	269.9	339.7	239.3	131.5	64.6	58.3	64.0	155.5	1.621.7
1967	63.0	82.9	73.0	57.7	418.9	150.5	249.1	309.4	119.2	139.9	59.3	30.9	1.753.8
1968	11.4	156.4	55.5	106.1	96.5	118.4	182.3	192.9	83.3	113.9	95.0	222.6	1.434.3
1969	7.8	99.1	47.5	160.4	165.1	165.1	493.4	292.2	139.1	159.7	134.4	49.6	1.913.4
1970	39.3	32.0	33.5	123.3	205.8	220.4	231.6	188.5	135.7	44.7	57.8	129.8	1.442.4
1971	49.5	82.3	61.9	95.8	137.6	174.0	185.0	60.0	134.5	61.5	43.0	134.2	1.219.2
1972	56.4	32.1	96.6	93.9	345.5	194.7	227.1	307.5	119.8	158.9	43.9	49.3	1.725.7
1973	42.0	23.8	55.7	100.8	163.6	273.7	166.4	139.4	77.7	159.3	25.8	46.8	1.275.0
1974	88.4	54.4	114.5	18.7	324.0	279.8	188.7	97.6	116.6	29.5	45.2	41.4	1.398.8

CUADRO PLUVIOMETRICO ANUAL 50 AÑOS 1935 a 1984.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.	Anual
1975	5.9	141.7	63.5	234	280.1	377.1	222.5	142.8	106.7	106.7	75.0	64.3	1.820.3
1976	108.8	60.7	73.7	15.5	166.9	374.2	322	73.5	39.2	108.9	93.4	93.4	1.530.20
1977	53.7	63.6	44.5	91.3	206	348.7	385.1	168.2	131.0	109.0	200.5	31.5	1.833.1
1978	81.5	11.5	21	28.2	312.1	182	520	135.6	201.5	136.8	90.7	6.0	1.726.90
1979	11.5	50.3	54.2	74.7	265.5	100.7	258.7	348.5	141.5	70.1	129.0	88.7	1.593.4
1980	31.6	120.0	69.90	370.40	470.6	249.1	225.9	208.5	106.5	16.5	84.1	110.60	2.063.70
1981	149.4	49.8	115.8	137.1	500.1	206.4	207.8	133.8	124.6	68.7	32.2	53.2	1.823.9
1982	67.2	90.1	57.6	101.8	440.6	219.1	222.5	248.1	134.8	111.6	64.6	8.0	1.766.0
1983	85.8	11.4	82.2	237.4	177.9	266.5	148.0	126.1	169.0	39.8	2.7	15.0	1.361.8
1984	34.9	107.0	39.0	95.4	240.8	227.0	196.5	48.0	129.6	173.9	31.8	32.6	1.356.5
T/N	55.15	58.57	72.18	108.24	242.06	225.21	223.42	173.25	124.74	84.75	67.48	63.20	1.498.25
1985	97.7	51.6	56.9	160.0	267.7	271.7	141.0	87.1	133.4	59.9	49.5	41.4	1.417.9

1. Zona de producción:

1.1 Antecedentes climáticos: Osoño: Lat. 40° 35' S. Long.: 73° 09' W. Alt.: 73 msnm.

Remehue

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<u>Temperatura</u>												
Máxima media	23,9	23,0	21,5	17,4	14,2	11,5	11,6	12,7	14,9	17,0	18,9	22,6
Media	16,3	15,3	14,2	12,0	10,2	7,2	7,8	8,2	9,4	11,0	12,4	15,1
Mfnima media	8,5	7,4	6,7	6,0	6,1	2,9	4,0	3,7	3,9	4,9	5,8	7,7
Mfn. Abs.	2,1	2,4	-0,8	-1,6	-1,3	-4,6	-3,6	-2,9	-2,5	-1,2	-0,1	1,9
Promedio mensual de horas frío bajo 7,0 ° C	0	30	41	136	197	293	276	265	234	171	126	31
<u>Humedad</u>												
Precipitac.	53,4	55,6	75,9	100,9	226,3	217,7	212,9	176,0	124,6	82,4	64,3	66,4
Hs relativa	72	75	80	85	90	90	91	87	84	82	78	71
Evaporación	135,4	96,8	72,4	35,8	21,4	13,6	17,4	23,2	37,4	62,1	88,5	137,8
<u>Radiación</u> (Cal/cm ² /día)	469	424	328	208	114	107	109	166	265	347	429	527
Velocidad media viento	6,5	5,9	4,2	2,7	4,3	3,5	5,3	6,0	5,4	5,7	6,0	6,6

IV. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR DAMASO, JOSE & ARIAS PARRA, ENRIQUE. Pronóstico de lluvias; método de la curva de variación estacional. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, 1972. 18p. (Boletín técnico-Suelo Nº 44).
2. DASTANE, N.G. Effective rainfall in irrigated agriculture. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1974. (Irrigation and Drainage Paper Nº 24).
3. DOORENBOS, J. & PRUIT, W.O. Crop water requirements. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1975. (Irrigation and Drainage Paper Nº 25) 179p.
4. EKERN JR., P.C. ROBINS, J.S. & STAPLE, W.J. Soil and cultural factors affecting evapotranspiration. IN: Hagan, Robert, Haise, Howard and Edminster, Talcott, Editors. Irrigation of agriculture lands. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1967. pp.522-527 (Agronomy 11).
5. FUNDACION ADOLFO MATTHEI. "50 años de observaciones meteorológicas". Instituto Profesional Agr. Osorno. 1986.
6. JENSEN MARVIN E., DAVID AND FRANZOY C., EUGENE. Scheduling irrigations using climate-crop-soil data. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, Vol, 96, IRa: 25-38. March 1970.
7. KIJNE, J.W. Determining evapotranspiration. IN: International Institute for Lands Reclamation and Improvement (ILRI). Drainage principles and applications, III. Surveys and investigations. Wageningen, The Netherlands, 1974. pp.53-111. (Publication 16, Vol. III).
8. LEON, RICARDO. Requerimiento de agua desde Los Angeles a Puerto Montt. Universidad de Concepción, Tesis. 1975.

9. MANRIQUEZ NOVOA, ISIDORO Y VALENZUELA AVILES, ALEJANDRO. Uso consumo de seis cultivos para la provincia de Ñuble. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, 1972. 40p. (Circular informativa Nº 7).
10. MILLAR BRAVO, AGUSTIN A. Información tabulada para el cálculo de evaporación potencial mediante la ecuación de Penman. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, 1972. 17p. (Boletín técnico-suelo Nº 39).
11. SALGADO SEGUEL, LUIS. Métodos para determinar evapotranspiración actual y potencial. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, 1966. 127p. (Tesis mimeografiada).
12. STAMM, G.G. Problems and procedures in determining water supply requirements of irrigation projects. IN: Hagan, Robert, Haise, Howard and Edminster, Talcott, Editors. Irrigation of agriculture lands. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy, 1967. pp.771-784. (Agronomy 11).
13. TOSSO TORRES, JUAN. Nueva fórmula para la determinación de evapotranspiración en Chile. Santiago, Chile,, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, 1974. 10p.
14. VARGAS ALISTER, HUMBERTO. Correlación entre la evapotranspiración de la alfalfa y trébol rosado y la evaporación de 3 tipos diferentes de bandeja de evaporación. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, 1963. 94p. (Tesis mimeografiada).

