

VULNERABILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS DE LA REGION DEL MAULE (35° Lat. Sur) FRENTE A LA OCURRENCIA DE LOS EVENTOS EL NIÑO Y LA NIÑA. PERIODO 1960-1999.

Patricio González Colville
Facultad Cs. Agrarias
Servicio Integrado Agroclimatología y Riego
Universidad de Talca
Casilla 721-Talca.Región del Maule
E-mail: pgonzale@pehuenche.otalca.cl

Pedro Charnay Lagos
Facultad de Cs. Empresariales
Dpto. Informática de Gestión DIG
Universidad de Talca.
E-mail: pcharnay@pehuenche.otalca.cl

Resumen.

Para el período 1960-1999, se analizan los efectos que los eventos El Niño y La Niña registraron en tres variables térmicas de importancia para la fruticultura de exportación: Grados-día; Horas-frío y heladas. A las anteriores se agrega un análisis pluviométrico, por agroecosistema. Los resultados indican que, en la Región del Maule, Chile (35° Lat. Sur), ambos eventos alteran las acumulaciones estacionales en las Horas-frío (Invierno), Grados-día (Primavera) y al régimen de heladas. De la misma manera, la pluviometría sufre variaciones extremas entre un evento y otro, afectando más a los agroecosistemas de seco y precordillera. Surge una tendencia térmica, en los 40 años de análisis, definida en dos etapas en la Región del Maule: entre 1960 y 1976 se caracteriza por ser más fría y deficitaria en precipitaciones; la segunda, de 1977 a 1999, la tendencia es más cálida y de mayor volumen pluviométrico. Pareciera ser, sin embargo, que a partir de 1995 se estaría volviendo a una etapa deficitaria en lluvias.

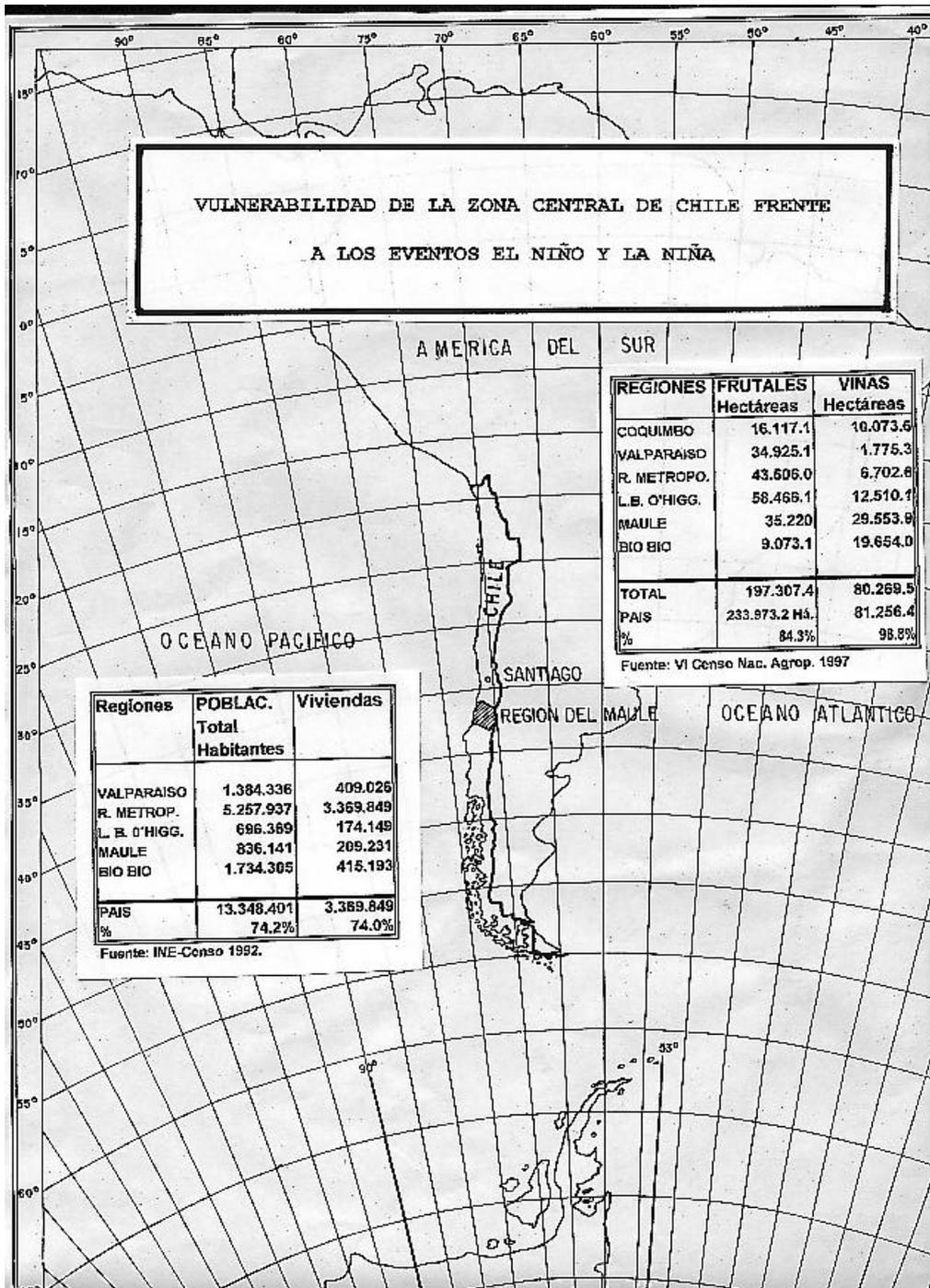
Abstrac

For period 1960-1999, the effects are analyzed that the events the El Niño and the La Niña registered in three thermal variables of importants for the export fruitgrowing: Degree-day; Hour-cold and frosts. To these variables a pluviometric analysis by agrosistems is added. The results indicate what, in the Region of the Maule, Chile (35° South Lat.), both events alter the seasonal accumulations in them Hour-cold (Winter), Degree-day (Spring) and to the regime of frosts. In the same way, the pluviometric undergoes extreme variations between an event and another one, effecting more to agroecosistems of dry land and premountain range. A thermal tendency arises, in the 40 years of analysis, defined in two stages in the Region of the Maule: between 1960 and 1976 it is characterized being colder and deficit in rain; second, from 1977 to 1999, the tendency is warmer and of greater pluviometric volume. In seemed to be, nevertheless, that as of 1995 one would be becoming to a deficit rain stage.

1.- Introducción.

El área comprendida entre las regiones de Valparaíso y Bío-Bío (incluida de Región Metropolitana) concentra el 74.2% del total de la población de Chile y el 74% de las viviendas (Mapa 1). Desde una perspectiva agrícola, entre Coquimbo y el Bío-Bío, se encuentran el 84.3% de hectáreas con plantaciones de frutales y el 98.8% de los viñedos (INE, 1997). Al conjugarse en este espacio geográfico las principales actividades económica-administrativas, con la agricultura de exportación, surge inevitablemente el concepto de vulnerabilidad frente a los extremos del clima derivados de los eventos El Niño-Oscilación del Sur (lluvias extremas) y La Niña (sequías). En esta investigación se ha querido centralizar el análisis en la Región del Maule, la cual representa un importante polo de desarrollo frutícola y vitivinícola de exportación, ubicándose equidistantemente de la capital de Chile Santiago, por el norte y de Concepción, por el sur.

Tradicionalmente los análisis, regionales o nacionales, derivados de los eventos El Niño/La Niña, se han concentrado en las anomalías pluviométricas (Rutllant, 1988; Aceituno, 1990;), buscando establecer correlaciones entre los indicadores del evento ENOS y los cambios en los patrones pluviométricos de Chile Central (Garrido, 1985; González, 1992). Sin embargo los distritos agroclimáticos dependen de otras variables, además de las precipitaciones, como lo son las heladas, los Grados-Día (HF) (base 10°C) y las Horas-frío (HF) (base 7°C). Si para los frutales de exportación, como las manzanas, la acumulación de horas de frío, desde Mayo a Agosto, es la primera etapa que decide la producción del año, las heladas son la segunda etapa crítica (Santibañez, 1987). Es por lo anterior, que la presente investigación tiene como objetivo central, establecer si la acumulación de Horas-frío (Mayo a Agosto), los Grados-día (Septiembre a Marzo) y las heladas (Otoño-Invierno-Primavera), son alteradas por la presencia del evento El Niño-Oscilación del Sur y/o La Niña, en la Región del Maule.



MAPA 1

2.- Material y Métodos.

2.1.- Variables térmicas.

Para el período 1960-1999 se calcularon mensualmente las Horas-frío, definidas como las horas en que la temperatura permanece igual o inferior a los 7°C; los Grados-día, caracterizados como la temperatura media diaria menos un umbral de 10° C; del residuo se hace la sumatoria mensual y luego son integrados anualmente desde Septiembre a Marzo y las heladas, en cuyo caso se contabilizaron, para cada año, el número de días en que la temperatura mínima fue igual o inferior a 0°C, registrada a 1.50 m en cobertizo meteorológico estándar. Las estaciones meteorológicas utilizadas fueron las siguientes.

CUADRO 1

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Variable utilizada
Curicó	34° 58'	71° 14'	215	Heladas, HF, GD
Talca	35° 23'	71° 38'	111	HF, GD
Linares	35° 35'	71° 35'	146	Heladas

Altura: en metros sobre nivel del mar.

Las Horas-frío y Grados-día una vez sumados, fueron graficados sus totales estacionales, para cada año, durante el período considerado. En el caso de las heladas, éstas también fueron representadas en gráficos, para el mismo período, indicándolas como totales por año.

2.2 .- Variables pluviométricas.

Para completar la investigación, se analizó la pluviometría anual para cada agroecosistema regional: Secano costero, Secano interior (agricultura regada sólo por aporte de lluvias); Valle central (agricultura de riego tecnificada) y Precordillera (área de embalses de riego-hidroeléctricos y acumulación de nieve). Lo anterior se sustentó en establecer no sólo los déficit y superávit, según el evento considerado, sino que también se contabilizaron los días de lluvia que se presentaron durante un Fenómeno El Niño y/o La Niña, los cuales estarían asociados con anomalías barométricas de meso-escala (situaciones de bloque o debilitamiento anticiclónico), que

explicarían la caída o exceso de lluvias, según el tipo de evento. Estudios anteriores han establecido que la presencia del anticiclón del Pacífico subtropical suroriental condiciona fuertemente el clima en gran parte de Chile (Aceituno, 1983; González, 1992). Lo anterior es consistente con la posibilidad de llegada o desviación de los sistemas frontales hacia la Región del Maule.

3.- Resultados.

3.1.- Horas-Frío.

El gráfico 1 indica las variaciones estacionales que las Horas-frío presentaron desde 1960 a 1999 en Curicó. Su comportamiento se puede dividir en dos períodos:

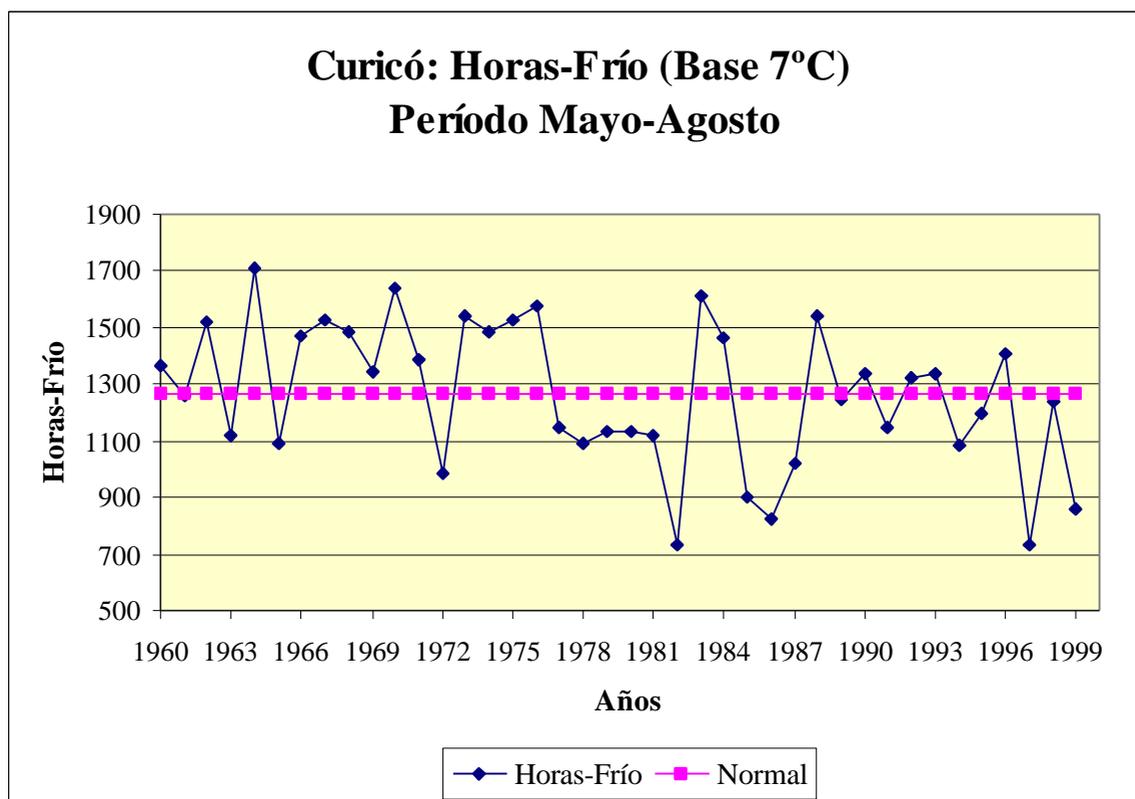


GRAFICO 1

3.1.1.- Desde 1960 a 1976 se obtiene un promedio de 1413.1 Horas-frío. Mayoritariamente los valores están sobre el promedio normal de 1266.5 HF; a excepción de los años 1963, 1965 y 1972 (eventos El Niño) en los cuales se producen déficit del 11.9, 14.0 y 22.1% respectivamente.

En los años 1962, 1964, 1967, 1970, 1973, 1974, 1975 y 1976, se sobrepasaron los 1565.7 Horas-frío, lo que indica un superávit del 23.6% respecto a la normal.

3.1.2.- A partir de 1977 y hasta 1999 se muestra una caída en la acumulación invernal de Horas-frío; durante ese período se acumulan 1157.9 HF, lo cual equivale a un 18.1% menos que el período anterior y representa un 8.6% menos que la normal.

Los años con mayores déficit son 1982 (42%); 1986 (35.2%) y 1997 (42.4%). En cambio en 1983 se vuelven acumular superávit (1609.8 HF) que equivale al 27.1%; lo mismo para 1988 con un 21.8% (1542.3 HF).

Para el caso de Talca (Gráfico 2), se aprecia el mismo patrón de comportamiento detallado para Curicó.

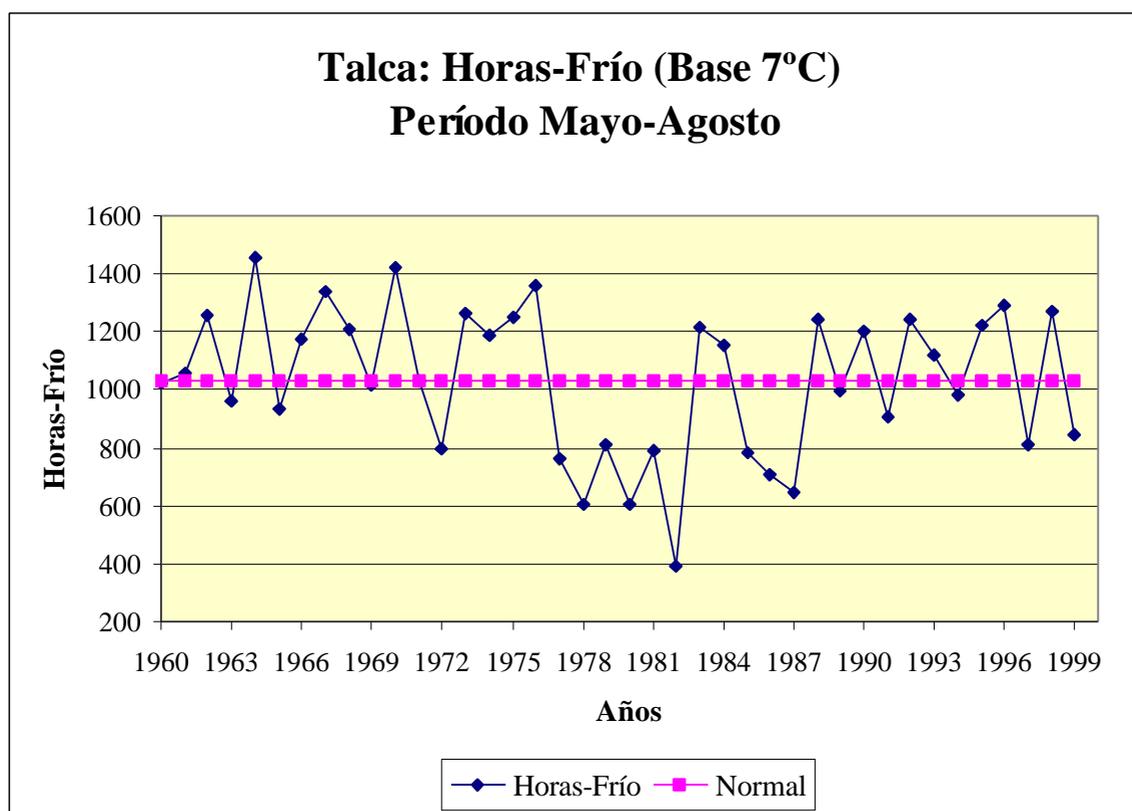


GRAFICO 2

3.1.3.- Entre 1960 y 1976 se registra un patrón definido de acumulación positiva de Horas-frío, sobre la normal de 1033.2. La excepción la indican los años 1963 (7.1%); 1965 (9.6%) y 1972 (22.6%), asociadas a eventos ENOS.

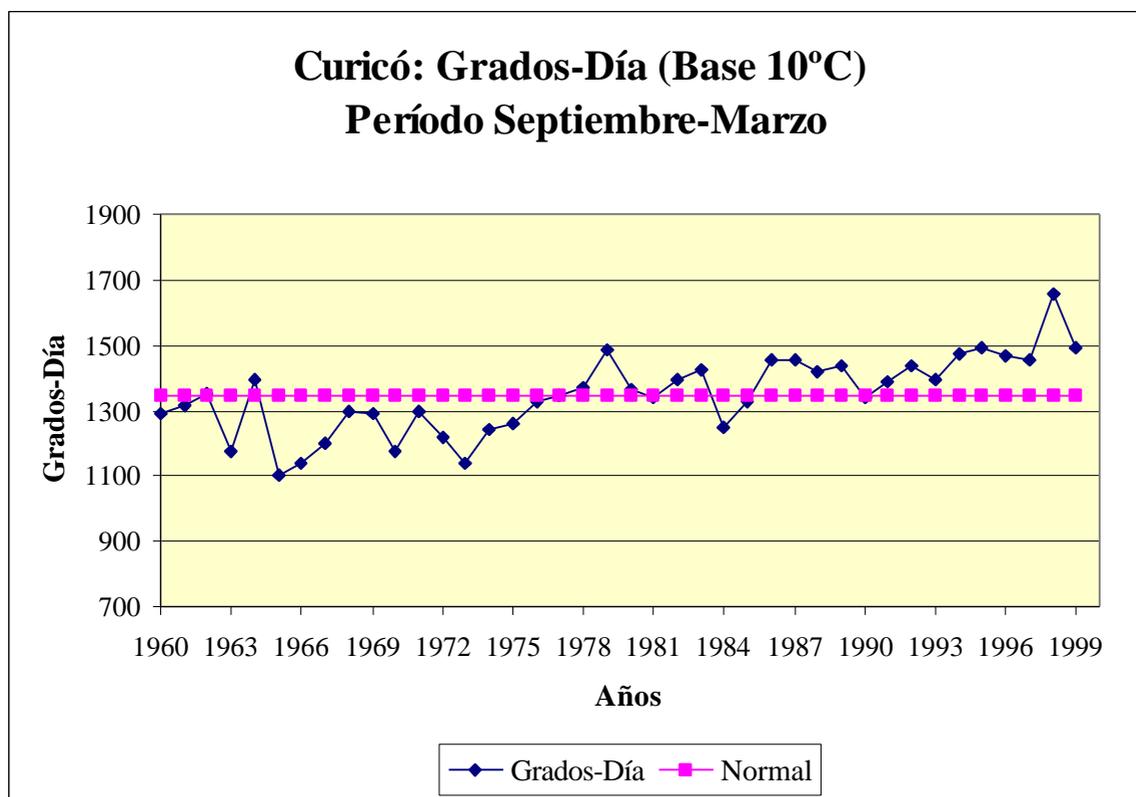
Durante este lapso de años el promedio es de 1160.7 HF. A partir de 1977 se registra una brusca caída en los registros, la cual se hace sentir más intensamente en la década de 1980.

3.1.4.- El segundo período, que va de 1977 a 1999, en Talca sólo se acumuló 939 Horas-frío, como promedio; es decir un 19.1% menos que el anterior. Los años con mayores déficit invernales fueron 1977 (26.2%); 1978 (41.3%); 1979 (21.7%); 1980 (41.3%); 1981 (23.6%); 1982 (61.7%); 1985 (23.9%); 1986 (31.8%); 1987 (37.7%) y 1997 (21.8%).

Durante la década de 1990 los datos indican oscilaciones estacionales; sin embargo los años con sumatorias positivas no logran igualar los altos valores observados en la década de 1960. Es justamente 1996 en donde se sumaron 1291.2 Horas-frío, él más alto del período 1977-1999.

3.2.- Grados-día.

El Gráfico 3 ilustra el comportamiento de los Grados-día en Curicó. A diferencia de las Horas-frío, se indica una tendencia inversa en las curvas de acumulación estacional entre 1960 a 1998.



3.2.1.- Entre 1960 a 1976 los Grados-día permanecen bajo el promedio de 1347.2 GD, a excepción del año 1964 que se mantiene ligeramente sobre lo normal. En promedio, durante esta primera etapa, se acumulan 1248.1 Grados-día.

3.2.2.- Entre 1977 y 1998 cambia el patrón de comportamiento, elevándose sobre la media, a excepción de 1984. En este segundo período el promedio se eleva a 1420.3, es decir un 12.1% más que durante la década de 1960 y parte de 1970.

La ocurrencia de los eventos El Niño-Oscilación del Sur, en 1963 y 1965, no contribuyeron al aumento de los Grados-día; lo mismo el año 1972. Sin embargo en las décadas de 1980 y 1990, períodos en que ocurrieron los mayores eventos ENOS: 1982-1983; 1986-1987; 1992-1993 y 1997, determinarían que los Grados-día se mantuvieran sobre lo normal. Sin embargo es notorio su tendencia, positiva a partir de 1977.

El Gráfico 4 muestra el comportamiento de los Grados-día en Talca. Se repite la tendencia descrita para Curicó.

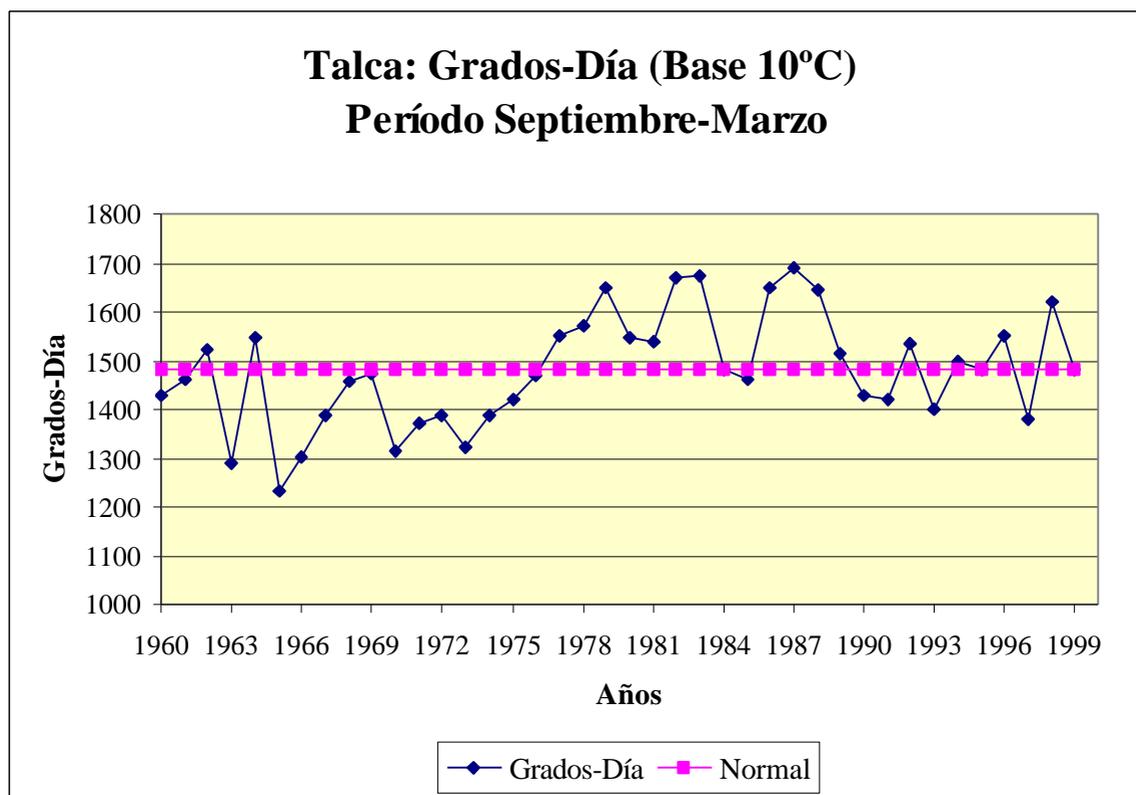


GRAFICO 4

3.2.3.- Entre 1960 a 1976 los períodos estacionales tienden a permanecer bajo el promedio normal, el cual es de 1479.9 Grados-día, a excepción de los años 1962, 1964, 1969 y 1971. Durante este lapso Talca registró, en promedio, 1398.8 Grados-día, que equivalen a un 5.5% menos de lo normal.

3.2.4.- A partir de 1977, la tendencia se invierte hacia una acumulación estacional positiva de Grados-día. Esta se hace más notoria durante la década de 1980, en la que sólo hay superávit. La situación se vuelve más oscilatoria en la década de los años 1990.

4.- Heladas.

En el Gráfico 5 se muestra el comportamiento de las heladas en Curicó. La ocurrencia anual del evento, desde 1960 a 1999, presenta dos fases bien definidas: en la primera, que se extiende desde 1960 a 1976, todos los años aparecen con heladas por sobre la normal de 30 días; la excepción es 1972. En promedio esta etapa contabiliza 42 heladas por año. En promedio esta etapa contabiliza 42 heladas por año.

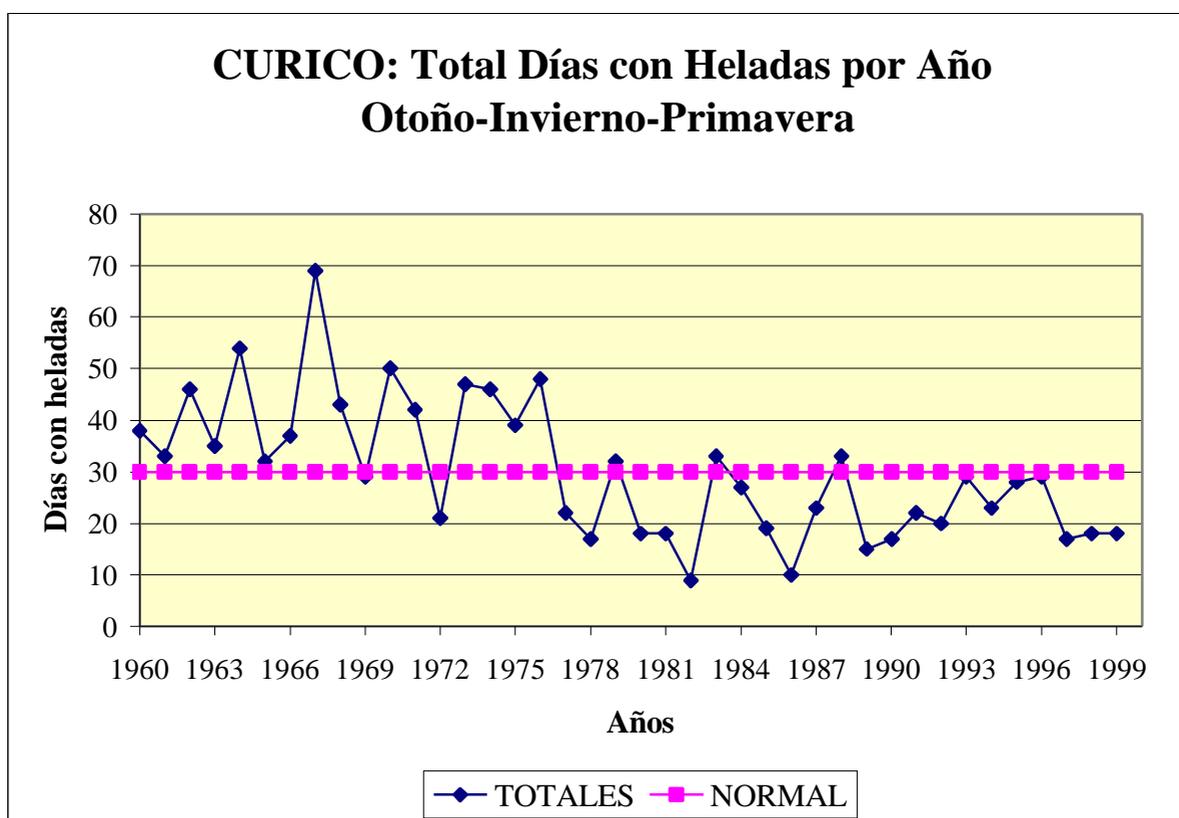


GRAFICO 5

Desde 1977 a 1999 se observa una brusca caída en el régimen de heladas. En las décadas de 1980 y 1990 este evento tiende a permanecer bajo la normal. En promedio, esta segunda etapa indica sólo 22 por año.

Se hace notoria su casi ausencia durante los eventos ENOS 1982 y 1986; esta tendencia se ha mantenido en 1999. Aún la presencia de eventos fríos

La Niña, asociada a sequías y regímenes fríos, como los acontecidos durante 1996 y 1998, no lograron un repunte en la generación de heladas por sobre el promedio normal, como lo acontecido en 1966, año que sumó 69 heladas invernales.

En el Gráfico 6 se presenta la distribución invernal de las heladas para Linares. Al igual que Curicó, se aprecia una tendencia clara que diferencia los períodos típicos detectados: 1960-1976; 1977-1999.

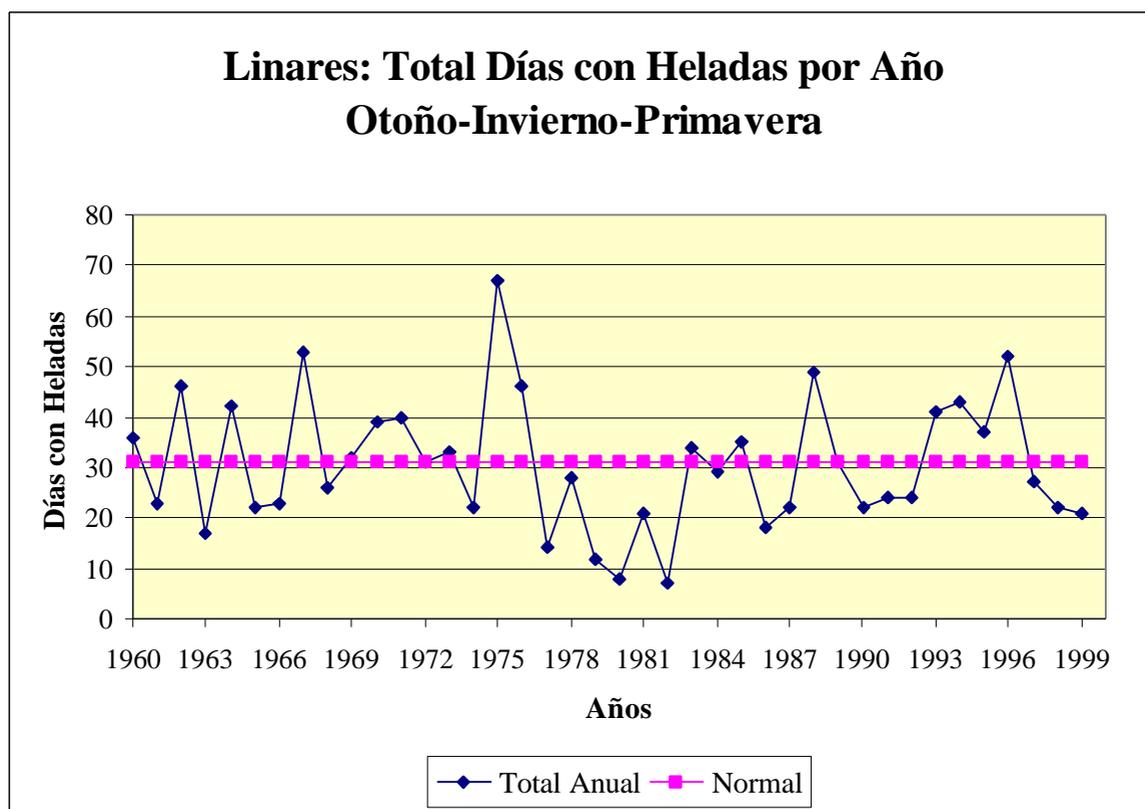


GRAFICO 6

4.1.- Entre 1960 a 1976 se producen alternancias por sobre y bajo lo normal en la ocurrencia del evento; se destacan los años 1962, 1963, 1965-1966 y 1974, en que es inferior al promedio.

4.2.- Luego del fuerte repunte que se registra en 1975, con 67 heladas anuales, la tendencia desciende bruscamente y se mantiene bajo el promedio desde 1977 a 1983, coincidiendo con el evento cálido El Niño-Oscilación del Sur 1982; algo similar sucede durante 1986-1987 y el período 1991-1992. A partir de 1993 y hasta 1996 se produce un nuevo repunte en la aparición de heladas, por sobre la normal de 31 días por año. La tendencia finaliza con una caída bajo el promedio, desde 1997 a 1999.

En Linares, aunque es notorio el quiebre en 1976 que divide la serie en dos períodos, se empiezan a diluir los patrones establecidos para las décadas

frías (1960-1976) y cálidas (1977-1999), que evidenciaron las estaciones de Curicó y Talca.

5.- Pluviometría.

En el cuadro 2 se presentan los totales anuales de lluvia para los agroecosistema de la Región del Maule; se compara el año de El Niño extraordinario, como lo fue 1982, con la sequía extrema provocada por el evento La Niña 1998. Se aprecian las oscilaciones pluviométricas a que estuvieron sometidos durante ambos eventos.

Al respecto cabe mencionar la situación espacial de cada uno de los agroecosistema respecto de los cuales se hace el análisis pluviométrico; las cuatro áreas mencionadas ocupan franjas de norte a sur en la Región del Maule; las alturas (sobre el nivel del mar) son las siguientes:

- Secano costero : 106 m.s.n.m.
- Secano interior : 183 m.s.n.m.
- Valle central : 195 m.s.n.m.
- Precordillera : 540 m.s.n.m.

CUADRO 2

TOTAL DE PRECIPITACIONES EVENTO EL NIÑO 1982 Y LA NIÑA 1998 EN AGROECOSISTEMA REGION DEL MAULE .				
AGROECOSISTEMA	TOTAL DE PRECIPITACIONES EN AÑOS INDICADOS			DIFERENCIA (mm)
	1982	(mm)	1998	
SECANO COSTERO				
GUALLECO	1379.5		320.0	
CONSTITUCIO	1108.9		309.3	
NIRIVILO	1414.5		317.2	
HUERTA DE MAULE			254.1	
TOTAL	1301.0		300.2	-1000,8
SECANO INTERIOR				
LA PALMA	1079.7		174.0	
VILLA PRAT			184.4	
PENCAHUE	1056.2		204.9	
MELOZAL	1087.5		297.1	
CAUQUENES	1397.6		228.6	
TOTAL	1155.3		217.8	-937,5
VALLE CENTRAL				
CURICO	1040.0		170.6	
LONTUE	1164.5		154.2	
EL GUINDO-CAMARICO	989.6		251.8	
TALCA	1113.0		203.9	

VALLE CENTRAL	TOTAL DE PRECIPITACIONES EN AÑOS INDICADOS			DIFERENCIA (mm)
	1982	(mm)	1998	
SAN JAVIER	1194.4		199.6	
LINARES	1277.1		312.5	
LIGUAY	1294.3		401.3	
EMBALSE ANCOA	2559.4		519.7	
QUELLA	1161.0		278.4	
LONGAVI			410.3	
PARRAL	1429.7		380.5	
SAN MANUEL			589.6	
TOTAL	1397.3		322.7	-1074,6
PRECORDILLERA				
SANTA SUSANA			219.0	
EL MANZANO	2453.0		275.0	
LOS QUEÑES	2431.0		340.5	
POTRERO GRANDE	2029.0		285.0	
HUAPI	1557.0		226.0	
VILCHES ALTO			588.9	
MAULE SUR	1708.5		333.6	
COLORADO	2149.1		406.5	
HORNILLO	3583.3		776.5	
ARMERILLO	3909.4		733.0	
EMBALSE DIGUA	2123.3		590.7	
EMBALSE BULLILEO	3106.1		796.9	
TOTAL	2508.8		464.3	-2044,5

Fuente: Dirección General de Aguas

Servicio Integrado Agroclimatología y Riego (SIAR). Universidad de Talca.

En el Secano costero la sequía de 1998 hizo descender las precipitaciones en un 76.9%; en el Secano interior la cifra fue del 81.2%; en el Valle central el descenso indicó un 76.9% y en la Precordillera andina el porcentaje fue del 81.5%. Estos resultados revelan que 1998 fue el año más deficitario que la Región registró desde 1869, fecha de inicio de los registros pluviométricos. El Secano interior y la Precordillera andina fueron los agroecosistema más afectados en esta caída pluviométrica.

Además de lo anterior, se comprueba el hecho que los eventos El Niño-Oscilación del Sur y La Niña son los únicos capaces de alterar, en esta magnitud, el aporte pluviométrico en los distintos agroecosistema. En ambos casos las pérdidas económicas fueron cuantiosas.

En el Cuadro 3 se representa el número de días con lluvias medibles (> 0.1 mm). En los años denominados lluviosos se contabilizaron, en promedio, los eventos El Niño 1982, 1986-1987; y en los de sequía, los eventos La Niña 1989-1990 y 1996. Comparando lo ocurrido en estos episodios, con lo acontecido en 1998, se comprueba que los días de lluvias, durante este último año, fueron en un 25% inferiores a las anteriores sequías en el Secano costero; en un 21.1% en el Secano interior; un 23.4% en el Valle central y en un 31.3% en la Precordillera andina. Este último agroecosistema registró, comparativamente, la menor cantidad de días con lluvias.

CUADRO 3

NUMERO DE DIAS CON REGISTRO DE PRECIPITACIONES AGROECOSISTEMA REGION DEL MAULE (35° Latitud Sur).			
AGROECOSISTEMA	NUMERO DE DIAS CON PRECIPITACIONES		
	SEQUIA 1998	SEQUIAS DE 1989-1990-1996	LLUVIAS DE 1982-86-87
SECANO COSTERO			
GUALLECO	18	32	56
CONSTITUCIO	38	39	
NIRIVILO	21	32	66
HUERTA DE MAULE	19	24	
TOTAL	24	32	61
SECANO INTERIOR			
LA PALMA	22	31	60
VILLA PRAT	14	25	
PENCAHUE	33	44	71
MELOZAL	39	48	69
CAUQUENES	44	41	71
TOTAL	30	38	68
VALLE CENTRAL			
CURICO	20	35	54
LONTUE	24	35	54
EL GUINDO-CAMARICO	15	28	
TALCA	39	53	79

VALLE CENTRAL	NUMERO DE DIAS CON PRECIPITACIONES		
	SEQUIA 1998	1989-1990- 1996	1982-86-87
SAN JAVIER	31	44	70
LINARES	34	48	78
LIGUAY	31	44	72
EMBALSE ANCOA	52	61	85
QUELLA	33	44	62
LONGAVI	29	41	
PARRAL	47	61	98
SAN MANUEL	76	71	80
TOTAL	36	47	73
PRECORDILLERA			
SANTA SUSANA	32	32	54
EL MANZANO	21	34	52
LOS QUEÑES	39	58	75
POTRERO GRANDE	29	42	60
HUAPI	14	39	
VILCHES	29	35	
ALTO			
MAULE SUR	29	54	77
COLORADO	37	53	79
HORNILLO	34	49	84
ARMERILLO	36	51	87
EMBALSE DIGUA	46	62	94
EMBALSE BULLILEO	51	67	98
TOTAL	33	48	76

Fuente: Dirección General de Aguas

Servicio Integrado Agroclimatología y Riego (SIAR). Universidad de Talca.

Estas cifras revelan, indirectamente, la escasa llegada de sistemas frontales a la Región del Maule durante 1998, y la extrema anomalía positiva de presión atmosférica del Anticiclón del Pacífico frente a las costas de la zona central de Chile.

Los agroecosistema que mostraron mayor sensibilidad a estos eventos fueron: el Secano costero y la Precordillera andina. La importancia de este fenómeno radica en que, en el primero, los cultivos se riegan en base a la lluvia precipitada y, en el segundo, están ubicados los principales embalses para el riego y la generación hidroeléctrica. Es aquí donde la vulnerabilidad se ha hecho sentir en forma más dramática. Al 8 de junio de 2000, la Laguna del Maule, de un total de 1420 millones de m³, sólo almacena un volumen de 377.31 millones de m³; por lo anterior su déficit alcanza al 73.4%. La Central Colbún, de generación hidroeléctrica, de un total de 1550 millones de m³, almacena solamente 792.77 millones de m³, con un déficit del 48.85%.

Finalmente, si comparamos los días de lluvias promedio que efectivamente precipitaron durante los eventos El Niño con aquellos que fueron registrados durante La Niña de 1998 (Cuadro 3), los extremos entre ambos años son notables, indicando indirectamente las complejas anomalías barométricas que ocurrieron durante un evento y otro, en el océano Pacífico

sudamericano, y los cambios que registraron las rutas ciclónicas, en su desplazamiento hacia la Región del Maule.

En el caso del Secano costero los días de lluvia descendieron de 61 a 24 días (-60.7%); para el secano interior, de 68 días disminuyeron a 30 (-55.9%); para el valle central, de 73 días la merma llegó a 36 días (-50.7%) y en la precordillera andina, de 76 días con lluvias, en eventos El Niño; cayeron a 33 días en 1998, (-56.6%).

Los datos analizados dejan de manifiesto la extrema vulnerabilidad a que están sometidos los agroecosistemas regionales: primero en la incapacidad de evacuar la gran cantidad de lluvia que precipita durante un evento cálido El Niño y, segundo, el grave problema agrícola de no disponer de agua para el riego y la generación hidroeléctrica, durante una sequía extrema, como La Niña 1998.

A lo anterior se agregan los dos efectos térmicos analizados; la alteración en los patrones de integración estacional en las Horas-frío y Grados-día, primero, y segundo, en la mayor o menor ocurrencia de heladas, cuyas anomalías se extreman, tanto en los eventos cálidos El Niño, como frío La Niña.

5.- Discusión.

El hecho que el evento El Niño-Oscilación del Sur y La Niña, influyan en tres variables de importancia agroclimática, no había sido discutida anteriormente. Las anomalías detectadas en los Grados-día; Horas-frío y heladas, pone de manifiesto que eventos océano-atmosféricos, generados en el océano Pacífico central, están determinando riesgos en la producción anual de cultivos y frutales regionales, afectando su economía.

Si la presencia del Fenómeno El Niño condiciona períodos invernales cálidos, existirá el riesgo de una disminución en las horas frío (de hasta un 40%), lo cual tendrá su consecuencia fisiológica en los frutales de hoja caduca, tales como: retraso en la apertura de yemas, brotación irregular y dispersa, caída de yemas (siendo éste el efecto más grave), aborto de estilos, alteraciones en el desarrollo del pólen, etc. (Meljarejo, 1996). Incluso la salida del reposo invernal (dormancia), se producirá en la medida que hayan sido satisfechas sus necesidades en Horas-frío. De lo contrario su floración primaveral será irregular, con pérdida de los frutos (Albert 1992).

Por su parte los Grados-día cumplen una función fundamental, durante el período Septiembre-Marzo, en el desarrollo de las distintas fases fenológicas de los cultivos. Períodos cálidos tienden a acortarlas y períodos fríos a extenderlas en el tiempo, con el consecuente daño a la producción (Santibañez, 1987).

En el caso de las heladas, producen su efecto dañino en los frutales principalmente en otoño y las tardías de primavera; sin descartar aquellas producidas en invierno y que afectan a los cultivos de invernadero.

Las heladas dañan o matan los órganos vegetativos, tales como hojas, tallos y perturbando las funciones de los órganos restantes. Destruye un gran porcentaje de flores, impidiendo así que muchas de ellas se transformen en frutos.

Según los fisiólogos, entre las células del vegetal existe agua casi pura; pero dentro de las células, en el protoplasma, el agua posee solutos, por lo que se congela a temperaturas inferiores a cero grados. Cuando se produce la helada, se forman cristales de hielo en el agua existente entre las células. El protoplasma de las células expuestas a temperaturas negativas está sujeto a varios tipos de daño, entre los que se cuenta la gradual deshidratación del protoplasma al salir el agua a los espacios intercelulares, reduciendo el volumen de la célula (plasmólisis) y aumentando la concentración de sales en el líquido que permanece en ella. Dicha acumulación puede ser letal al alcanzarse niveles tóxicos de concentración (Rosenberg, 1983).

Finalmente, el efecto de las sequías y excesos de lluvias, conllevan daños a la agricultura que pueden sintetizarse en: pérdidas de cosechas, atraso de siembras, riego deficiente ó, en el caso de lluvias intensas, inundaciones de sembradíos, pérdidas de suelo, erosión y corte de caminos rurales.

Aún cuando la tendencia de ambos eventos, El Niño y La Niña, está más asociada a desastres, también conllevan beneficios. Ejemplo de lo anterior es la alta acumulación de Horas-frío, durante las sequías (La Niña); la escasa presencia de heladas, durante un evento cálido El Niño, conjuntamente con la acumulación de nieve y agua en los embalses.

Además de los cambios que los fenómenos mencionados provocan estacionalmente en las variables termoplumiométricas de la Región del Maule, no se debe obviar la tendencia en las curvas térmicas detectadas entre 1960 y 1976 y aquella que se inicia en 1977 y llega a 1999. Pareciera ser que, además de los eventos El Niño y La Niña, se estarían sobreponiendo tendencias de más largo plazo, las cuales de alguna manera influirían en la mayor o menor variabilidad respecto a las anomalías de Grados-día; Horas-frío y heladas, asociadas a la ocurrencia de ambos fenómenos.

En la actualidad, los políticos y los que asignan fondos a las ciencias se preguntan respecto al valor para la sociedad del trabajo de los científicos. Si se predice El Niño y, en forma más amplia, predecir la variabilidad del clima de un año a otro, tiene beneficios potenciales para la sociedad (Glantz, 1996). Los resultados que hemos obtenidos prueban que un actividad económica sensible para el hombre, como lo es la alimentación, está siendo afectada por este evento. He aquí algo concluyente sobre las

consecuencias ambientales y sociales de El Niño y La Niña, para una comunidad agrícola, como lo es la Región del Maule.

6.- Conclusión.

A manera de conclusión general, la presente investigación pretende incentivar una nueva línea de acción respecto a los impactos regionales que los eventos El Niño y La Niña tienen en Chile. El tema no se debe agotar sólo en las anomalías pluviométricas, pues aún no hay investigaciones definitivas sobre la intensidad y los mecanismos por los cuales El Niño-Oscilación del Sur pueda estar influyendo en otras variables agroclimáticas en diferentes regiones de Sudamérica. Investigaciones al respecto han determinado que con la exclusión de la costa norte de Perú y sur de Ecuador, Chile central templado es una de las regiones de Sudamérica que refleja más exactamente la ocurrencia de eventos El Niño-Oscilación del Sur (Caviedes, 1991; Rasmusson, 2000, comunicación personal). Al ser la Región del Maule de actividad fundamentalmente frutícola de exportación, las líneas de investigación se debieran encaminar, a futuro, a establecer modelos de asociación entre los indicadores que tipican un evento ENOS y aquellas asociadas con otras variables agrometeorológicas que inciden directamente en la producción frutícola.

7.- Bibliografía.

- Aceituno, P. 1983. "Relación entre la Posición del Anticiclón y la Precipitación en Chile". Revista Terra Aridae. Facultad de Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Volumen 2:1-11. Nº 1. Santiago.
- Aceituno, P. 1990. "Rainfall Anomalies in the Subtropical West Coast of South America. Part 1: Relationship With SST and Convective Activity over the Central Pacific". Mont. Wea. Rev.
- Albert, F. 1992. "Tratado de Arboricultura Frutal". 3ª Edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Caviedes, C. 1991. "Chapters for a Climate History of South America". Im Selbstverlag des Institutes für Physische Geographie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Heft 32: 149-180. Alemania.
- Capel, J. 1999. "El Niño y el Sistema Climático Terrestre". Editorial Ariel Geografía. Barcelona.

- Garrido, A. 1985. "Variaciones climáticas asociadas al Fenómeno El Niño en Chile. Período 1960-1985". Tesis de grado en Geografía. Dpto. de Geografía. Facultad de Arquitectura. Universidad Chile.**
- Glantz, M. 1996. "Corrientes de Cambio: El Impacto de "El Niño" Sobre el Clima y la Sociedad". Cambridge University Press. Publicado en Español por la Oficina para Desastres de los Estados Unidos.**
- González, P. 1992. "Anomalías Pluviométricas Asociadas al Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur en el Area Copiapó-Ancud. Período 1956-1995". Tesis para optar al grado de Magister en Geografía Mención Recursos Territoriales. Facultad de Arquitectura. Instituto de Geografía. Universidad de Chile.**
- González, P. 1992. "Patrones Barométricos asociados a la ocurrencia del evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), en el área Copiapó-Ancud (1956-1985). Ponencia al II Congreso Ciencias de la Tierra. Instituto Geográfico Militar. 17 al 21 de Agosto. Santiago.**
- González, P. 2000." Seminario : El Cambio Climático su impacto Económico". Facultad de Cs. Empresariales. Universidad de Talca. 26-27 Enero. Talca.**
- Instituto Nac. 1997. "VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados de Estadísticas Preliminares. INE. Santiago.**
- Instituto Nac. 1995. "Chile: Ciudades, Pueblos y Aldeas. de Estadísticas Censo 1992. Santiago.**
- Meljarejo, P. 1996. "El Frío Invernal, Factor Limitante para el Cultivo Frutal". Vicente Ediciones. Madrid.**
- Rosenberg, N. 1983. "Microclimate". A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & SONS. New York.**

Rutllant, J. H.Fuenzalida 1988. "Synoptic Aspects of the Central Chile Rainfall Variability Associated with the Southern Oscillation". International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy.

Rasmusson, E. 2000. "6^o International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography". Santiago, 3 al 7 de Abril. Chile.

Santibañez, F. 1987. "Influencia del Clima sobre la Producción de los árboles de hoja caduca". Revista Antumapu. Universidad de Chile. Año 1^o N^o 1: 47-52. Santiago.