

# CARACTERÍSTICAS SINÓPTICAS DE LA SEQUÍA QUE AFECTÓ A LA LOCALIDAD DE ZAVALLA DE AGOSTO A OCTUBRE DE 1998, Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO DE TRIGO

Coronel, Alejandra<sup>(1)</sup>; Isoardi, Cristian<sup>(2)(3)</sup>; Mainardi, Leonardo<sup>(2)(3)</sup>; Mascotti Guillermo<sup>(2)(3)</sup> y Tamantini, Gabriel<sup>(2)(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Docente de la Cátedra de Climatología Agrícola

<sup>(2)(3)</sup> Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias (ex aequo)

Facultad de Ciencias Agrarias. UNR

C.C. N° 14. (S 2125 ZAA) - Zavalla - Santa Fe - Argentina.

E-mail: acoronel@fcagr.unr.edu.ar

## Resumen

La ocurrencia de sequías aleatorias en Zavalla afectan en forma significativa las actividades agropecuarias y en particular según su época de ocurrencia los rendimientos de los cultivos. En este trabajo se analizó el fenómeno desde el punto de vista meteorológico, o sea como una disminución significativa en las precipitaciones y se analizaron las características de distintos parámetros de la atmósfera, en Zavalla, durante la ocurrencia de una sequía particular, durante los meses de agosto a octubre, período de espigazón y floración del cultivo de trigo. Se consideró que un mes presentaba sequía si su valor de precipitación correspondía a los intervalos de los primeros o segundos deciles de la distribución de lluvia mensual. Se analizó la sequía del año 1998 (año en que a partir del mes de junio comenzó un evento Niña de intensidad moderada) concluyendo que durante agosto y septiembre hubo una disminución del aporte de humedad del sector norte y en octubre un debilitamiento del factor dinámico de las precipitaciones, ya que disminuyeron significativamente los vientos del sector sur.

Palabras claves:

Sequía, anomalías atmosféricas, trigo, Zavalla.

# SINOPTIC CHARACTERISTICS DROUGHT AFFECTED TO ZAVALLA DURING AUGUST TO OCTOBER OF 1998

## Summary

---

The occurrence of aleatory droughts in Zavalla affects in significant way the agricultural activities and in particular, according to their occurrence time, the yields of the cultivations. In this work the phenomenon was analyzed from a meteorological point of view, that is to say like a significant decrease in the precipitation. The characteristics of different atmospheric parameters were analyzed in Zavalla during a particular drought since August to October, when the wheat gleans and blossoms. It was considered that one month presented drought if their value of precipitation corresponded to the intervals of the first or second tenth of the distribution of monthly rain. The drought of the year 1998 was analyzed (an event Niña of intensity moderate started on June that year) concluding that during August and September the contribution of humidity of the North decreased and the dynamic factor of the precipitations was weak, this is due to that the winds from the South decreased.

Key words:

Drought, atmospheric anomalies, wheat, Zavalla.

---

## Introducción

---

El fenómeno de sequía surge como consecuencia de una anomalía prolongada en el comportamiento de la atmósfera. De acuerdo a los efectos que produce es posible enfocar su estudio desde distintos puntos de vista. En este trabajo se examina el fenómeno desde el punto de vista meteorológico, considerándolo como una manifestación anormal de la circulación atmosférica en nuestro país que provoca una ausencia o disminución significativa de precipitación.

La detección de eventos de sequía en una determinada región o localidad se realiza a través de la aplicación de distintos índices: Índice de Palmer (Palmer, 1965), distribución de deciles (Gibbs y Maher, 1967), Índice Estandarizado de Precipitación (McKee et al, 1993), entre otros.

En cuanto a las causas sinópticas que provocan este fenómeno, Malaka y Núñez (1980) determinaron que la sequía que afectó a la Argentina en 1962 estuvo relacionada con importantes singularidades en la circulación: inhibición de la penetración del aire tropical proveniente de Brasil y del Océano Atlántico y una intensificación del anticiclón del Pacífico frente a las costas chilenas.

Por otro lado, numerosas investigaciones experimentales y teóricas no dejan lugar a dudas sobre la importancia decisiva que tiene la interacción de la atmósfera y el océano en la generación y mantenimiento de las fluctuaciones atmosféricas que se manifiestan como períodos de lluvias intensas o sequías (Lucero y Lucero, 1991).

En particular, varios autores, relacionaron las anomalías de precipitaciones en nuestro país con la presencia de los Fenómenos Niño/Niña. Penalba (1998) determinó que en la región de la pampa húmeda las precipitaciones muestran valores por encima de los normales en los eventos calientes "Niño" y precipitaciones por debajo de lo normal en los eventos fríos "Niña".

Scian (2000) relacionó las series de los Índices de Oscilación Sur (SOI) con las anomalías de precipitación en la región semiárida pampeana. Durante las condiciones de un SOI en la parte positiva de su ciclo (evento Niño) se observa un incremento de las lluvias mientras que para la

fase negativa (evento Niña), en algunos casos se agudizan las deficiencias de las mismas.

La estación de estudio de este trabajo se encuentra en la región pampeana, al sur de la provincia de Santa Fe, zona donde la producción agropecuaria se realiza bajo condiciones de secano, por lo tanto es importante conocer el régimen hídrico zonal, así como los déficit y excesos de precipitación, ya que son factores limitantes en la producción de granos y forrajes.

El análisis de las precipitaciones en la región pampeana indica un corrimiento de las isohietas hacia el oeste en aproximadamente 200 km. durante el siglo pasado (Hoffman et al., 1987) y en consecuencia un incremento de las superficies cultivables y los rendimientos de algunos cultivos (Pascale y Damarío, 1996).

Esta variabilidad en las lluvias estaría estrechamente relacionada con la ocurrencia de sequías. Al respecto, Ravelo (2000) determinó una disminución en la severidad de la sequía en la región pampeana, y en particular al este de esta región los períodos secos y húmedos son más cortos y menos definidos que al oeste de la misma.

Respecto a la localidad de Zavalla, la misma presenta precipitaciones anuales que varían entre 678 mm. y 1338,2 mm., y cuya tendencia es negativa pero no significativa en el período 1973-2000. El régimen corresponde a una secuencia de mayor a menor lluvia: verano-primavera-otoño-invierno ó verano-otoño-primavera-invierno, y se observa una gran variabilidad interanual en todas las estaciones del año, principalmente en invierno (Sacchi et. al, 2002).

Esta variabilidad en las precipitaciones estaría relacionada con la ocurrencia de sequías aleatorias en esta zona, las cuales afectarían en forma significativa las actividades agropecuarias y en particular, según su época de ocurrencia, los rendimientos de los cultivos.

Si se toma como cultivo de referencia al trigo, la provisión necesaria de agua es un requisito esencial durante los estados fenológicos de espigazón y floración, los cuales se producen aproximadamente en septiembre y octubre de

cada campaña agrícola (UNR, 1996). De manera que un déficit en la precipitación durante esos meses y en el mes precedente a los mismos (agosto) podría constituir un serio riesgo en el rendimiento.

La temperatura y la precipitación se usan como variables meteorológicas en los modelos de regresión para estimar rendimientos (Espoz y Brizuela, 1983). Otros autores utilizan además variables que representan la humedad edáfica para obtener posibles rindes (Scian y Donnari, 1995).

Scian y Donnari (1995) encontraron que las variables que explican en mayor grado el rendimiento de trigo en la ciudad de Bordenave (Buenos Aires) son los índices de anomalía  $z$  de los meses de octubre y

noviembre (Palmer, 1965), que representan las variaciones mensuales de humedad de suelo respecto de la humedad climática de dicho mes. Estos índices se obtienen a partir del balance hidrológico mensual seriado de Palmer, que se realiza con datos de precipitación, evapotranspiración potencial y agua útil. Además en el modelo se forzó la variable índice de anomalía  $z$  del mes de abril, por considerar la importancia que tiene la humedad en el suelo al momento de la siembra.

A partir de lo expuesto, el objetivo del trabajo fue analizar desde el punto de vista meteorológico un evento de sequía en la localidad de Zavalla durante los meses de agosto a octubre, y su relación con el rendimiento del trigo.

## Materiales y Métodos

---

La estación agrometeorológica de Zavalla (33° 01'S, 60° 53'O) se encuentra ubicada en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, en el sur de la Provincia de Santa Fe. Se encuentra en funcionamiento desde enero de 1973, formando parte de la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Se analizaron las series mensuales de precipitación (pp), temperatura (t), presión (p), tensión de vapor (e), temperatura de punto de rocío (tr), dirección del viento (dd) de la estación Zavalla, durante los meses de agosto a octubre del período 1973-2001. También se utilizaron los campos de presión y temperatura de superficie del cono sur de Sudamérica, que corresponden a los reanálisis de la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera (NOAA) de los Estados Unidos, de los meses de agosto, septiembre y octubre del período 1973-2001. Otra variable utilizada fue el rendimiento del cultivo de trigo en Zavalla durante las campañas 97/98 a 00/01.

La metodología empleada en este trabajo consistió en primer lugar en el cálculo de los deciles de las series mensuales de precipitación. Esto se basa en que el criterio considerado para determinar si un mes presentaba sequía fue: si la precipitación mensual pertenecía al primero o al segundo decil (10 y 20%) de la distribución.

El año de sequía analizado fue elegido de manera que los meses de agosto, septiembre y octubre cumplan con el criterio anterior en forma simultánea.

Se calcularon los promedios mensuales climáticos de cada variable analizada para el período 1973-2001, con el objeto de calcular posteriormente las anomalías del año de sequía seleccionado, como valor medio mensual del año elegido menos el valor medio mensual climático. De este modo una anomalía negativa indicaba que el valor puntual era inferior a la normal y una anomalía positiva indicaba que el valor era superior a la normal. Además se consideró que una anomalía era significativa si su valor superaba, en módulo, a una desviación estándar de la respectiva variable.

## Resultados y Discusión

Tabla 1:

Parámetros estadísticos expresados en mm., de las series de precipitaciones mensuales de la localidad de Zavalla, correspondientes a agosto, septiembre y octubre del período 1973-2001.

Mes	Mínimo	Primer	Segundo	Valor	Desviación	Máximo
	Absoluto	Decil	Decil	Medio	Estándar	Absoluto
<b>Agosto</b>	0	3,6	7,1	35,5	34,3	137,8
<b>Septiembre</b>	4,2	9,6	12,2	49,5	45,2	181,1
<b>Octubre</b>	16,8	48,1	68,1	98,9	46,1	196,7

En la Tabla 1 se muestran los valores correspondientes a los primeros y segundos deciles de las series mensuales de precipitación y algunos parámetros estadísticos básicos de las mismas. Se observa un aumento del 39% en las precipitaciones medias del mes de agosto al mes de septiembre y del 100% aproximadamente de este último al mes de octubre. Este aumento progresivo de agosto a septiembre se evidencia en los mínimos y máximos absolutos y en los deciles.

A partir de los valores máximos y mínimos absolutos se determina una variabilidad interanual importante en los meses analizados. Es importante destacar el valor 0 mm. como mínimo absoluto del mes de agosto.

precipitación (Figura 1): -31.7 mm., -39.8 mm. y -82.1 mm., respectivamente. Resulta importante destacar que la disminución de precipitación respecto de los valores normales ocurrió a partir de junio de 1998 (Sacchi et. al, 2002), coincidiendo con el comienzo de un evento Niña de intensidad moderada.

El análisis de la sequía del año 1998 en Zavalla, permitió determinar que en agosto la temperatura media del aire y la tensión de vapor estaban por debajo de sus respectivos promedios climáticos y la presión atmosférica de superficie y la temperatura de punto de rocío presentaban valores que superaban la media (Figura 2). Sin embargo estas anomalías fueron inferiores a una desviación estándar de manera que los valores de dichas variables podrían considerarse dentro de los

Tabla 2:

Años en que los meses de agosto, septiembre y octubre presentan sequía según el criterio seleccionado: valor de precipitación mensual que pertenece al primero o segundo decil de la distribución.

Mes	Año					
	73	78	82	95	96	98
<b>Agosto</b>	73	78	82	95	96	98
<b>Septiembre</b>	73	81	89	94	97	98
<b>Octubre</b>	74	75	81	86	98	99

A partir del criterio de sequía seleccionado se determinaron los distintos años en que los meses estudiados pudieron considerarse secos (Tabla 2). Cabe destacar que estos años podrían variar si se tomaran otros índices de sequía. El año seleccionado para estudiar fue 1998 ya que era el único que cumplía con el requisito establecido. Durante este año las precipitaciones alcanzaron un valor de 3.8 mm. en agosto, 9.7 mm. en septiembre y 16.8 mm. en octubre, lo que dio como resultado las siguientes anomalías negativas de

Tabla 3:

Rendimiento de distintas variedades de trigo de ciclo largo en kg/ha. correspondientes a las campañas 1997/98 a 2000/01, en Zavalla.

Cultivar	Campañas				
	97/98	98/99	99/00	00/01	Media
<b>Klein Cacique</b>	1.236	3.348	3.065	2.200	2.462
<b>Klein Estrella</b>	1.574	2.788	3.253	2.389	2.501
<b>Klein Pegaso</b>	1.824	3.757	2.706	2.143	2.608
<b>ProINTA Cinco Cerros</b>	1.278	2.482	2.451	1.990	2.050
<b>ProINTA Puntal</b>	1.452	2.977	3.204	1.744	2.344
<b>ProINTA Rodomón</b>	1.344	2.795	2.708	1.832	2.170
<b>Media</b>	1.451	3.024	2.898	2.050	2.356

normales. En cuanto a las direcciones de viento durante este mes (Figura 3) se determinó una disminución significativa de frecuencias relativas del sector norte (direcciones norte y noreste juntas), dirección de donde proviene el aporte de humedad a la zona estudiada, y un leve aumento de frecuencias relativas del

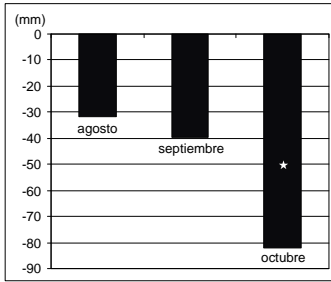


Figura 1:  
Anomalías de precipitación correspondientes a agosto, septiembre y octubre de 1998, en Zavalla.  
Ref: (\*) anomalía significativa: cuando la anomalía es mayor, en módulo, a una desviación estándar de la respectiva variable.

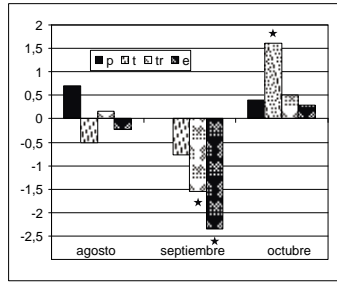


Figura 2:  
Anomalías de presión atmosférica en hPa., de temperatura en °C, de punto de rocío en °C y de tensión de vapor en hPa., correspondientes a agosto, septiembre y octubre de 1998, en Zavalla.  
Ref: (\*) anomalía significativa: cuando la anomalía es mayor, en módulo, a una desviación estándar de la respectiva variable.

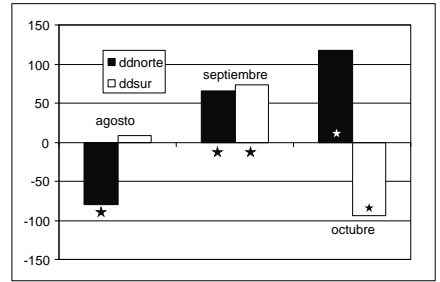


Figura 3:  
Anomalías de las frecuencias relativas expresadas en % de las direcciones de vientos del norte y noreste: ddnorte y de las direcciones de vientos del sur y sudoeste: ddsud, correspondientes a agosto, septiembre y octubre de 1998, en Zavalla.  
Ref: (\*) anomalía significativa: cuando la anomalía es mayor, en módulo, a una desviación estándar de la respectiva variable.

sector sur (direcciones sur y sudoeste juntas). De modo que durante este mes el déficit de precipitación se debió fundamentalmente a la disminución del aporte de humedad desde el sector norte.

En el mes de septiembre del mismo año (Figura 2) se intensificaron las anomalías de temperatura de punto de rocío y tensión de vapor, siendo ambas negativas y significativas. Por otro lado, aumentaron en forma significativa las frecuencias relativas de las direcciones de viento del sector sur y del sector norte (Figura 3). El primer resultado implicó un aumento importante de advección de aire frío y seco que disminuyó el contenido de humedad en la localidad de Zavalla, a pesar del aumento de viento del sector norte. Cabe destacar que Malaka y Nuñez (1980) encontraron una disminución significativa de vientos con dirección norte en su análisis de sequía, lo cual difiere con lo hallado en este estudio.

En el mes de octubre (Figura 2) la temperatura superó en forma significativa el valor del promedio climático y la tensión de vapor y la temperatura de punto de rocío presentaron anomalías, que si bien no eran significativas, evidenciaron un aumento de la humedad del aire ya que eran positivas. Otra característica para destacar de este mes fue que las frecuencias de direcciones de vientos del sector norte aumentan y del sector sur disminuyen, ambas en forma significativa (Figura 3). Estas condiciones de aumento de

humedad del aire no se vieron reflejadas en un aumento considerable de precipitación durante el mismo mes de octubre, debido a que el descenso de frecuencias de vientos del sector sur determinaron una disminución en las posibilidades de ascenso del aire cálido y húmedo en la región estudiada, o sea un debilitamiento del factor dinámico de las precipitaciones.

Hasta aquí se discutieron los resultados encontrados para la estación de Zavalla, pero se consideró necesario relacionar las condiciones locales con lo acontecido a nivel regional en cuanto a presión y temperatura de superficie.

Se muestran los campos de anomalías de presión y temperatura correspondientes al mes de septiembre, ya que fue el mes en que las anomalías alcanzaron mayor magnitud (Figuras 4 y 5).

Las anomalías del campo isobárico del mes de agosto (Figura no mostrada) mostraron la intensificación del anticiclón del Pacífico y de las bajas subpolares, o sea un incremento del gradiente de presión, lo que trajo como consecuencia un aumento en las frecuencias y en las intensidades de vientos del sector sur, en concordancia con lo encontrado en Zavalla. En septiembre (Figura 4) el aumento de presión se generaliza hacia todo el país, cortándose esto solo en el este de la provincia de Buenos Aires, Misiones, Uruguay y sur de Brasil. Este corte en las anomalías positivas se

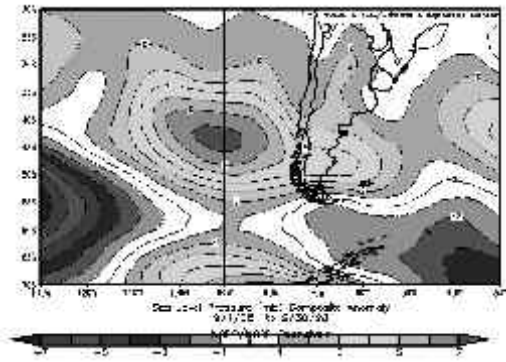


Figura 4:  
Campo de anomalías de presión en superficie correspondiente a septiembre de 1998.

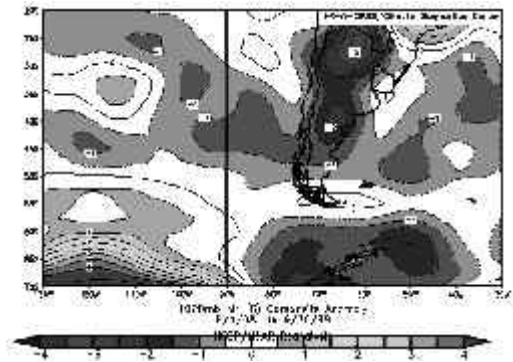


Figura 5:  
Campo de anomalías de temperatura en superficie correspondiente a septiembre de 1998.

ubicó más al sur que lo hallado por Malaka y Núñez (1980), y permitió la entrada de vientos provenientes del anticiclón del Atlántico en la región mencionada. En octubre (Figura no mostrada) disminuyeron las anomalías del anticiclón del Pacífico y las presiones sobre el país retornaron a sus valores normales.

A partir de los campos de temperatura se detectó un leve enfriamiento de 1,5 °C en el norte del país durante agosto (Figura no mostrada), que se extiende a todo el territorio argentino en septiembre (Figura 5), mostrando anomalías del orden de -3°C en el norte y de -1°C en el sur. A su vez durante dicho mes se observa una leve disminución de la temperatura superficial del océano Atlántico del orden de -1°C.

En cuanto a las consecuencias de esta importante sequía en el rendimiento de algunos cultivares de trigo de ciclo largo durante la campaña 1998/1999, se pudo observar que el mismo no presenta una disminución respecto del resto de las campañas, siendo además el rendimiento más alto entre los datos disponibles (Tabla 3). El análisis del comportamiento de los cultivares de trigo PAN en Zavalla realizado por Papucci et al. (1999) determinó que las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo mostraron que en el momento de la siembra el perfil del suelo contaba con una excelente reserva de agua, lo cual compensó las bajas precipitaciones invernales y de comienzos de primavera, y en cuanto a la temperatura los meses invernales no fueron

rigurosos. Además las condiciones predisponentes para la evolución de roya anaranjada se tornaron no favorables hacia encañazón, desapareciendo los síntomas de la misma.

A su vez la evaluación de cultivares de trigo PAN en la localidad de Oliveros, ubicada a 80 km. de Zavalla, durante la misma campaña, realizada por Castellarin et al. (1999), determinó que hubo adecuada humedad para la implantación del cultivo, pero durante el período de encañazón - espigazón (agosto - septiembre) las precipitaciones fueron escasas, generando un déficit importante en el balance hídrico. Esto asociado a temperaturas más elevadas que lo normal y a un ataque temprano de la roya de hoja, provocó una caída importante en los rendimientos.

Evidentemente estas diferencias en los rendimientos de un mismo cultivo en dos localidades no muy alejadas, y ambas en la región de la pampa húmeda, demuestran que es importante a los fines de un pronóstico de rendimiento, analizar las características y las consecuencias locales de las anomalías atmosféricas de gran escala, como por ejemplo los eventos Niño/Niña.

## Conclusiones

---

En Zavalla, en agosto comenzó una disminución de la temperatura, aumento de presión y disminución del contenido de humedad de la atmósfera debido a la menor frecuencia de vientos del sector norte que aportan humedad, y aumento en los vientos del sector sur. El aumento de presión y la disminución de humedad atmosférica se intensificaron en septiembre. Sin embargo lo destacable de la sequía durante este mes fue que las frecuencias de vientos del sector norte aumentaron significativamente, pero la masa de aire transportada era muy seca. Esto se debió a la configuración regional de las anomalías de presión y temperatura. Por otro lado este transporte de aire del sector norte no permitió que las temperaturas disminuyeran en forma significativa.

En octubre comenzó a aumentar la humedad atmosférica, sin embargo las precipitaciones presentaron déficit debido a que los vientos

del sector sur disminuyeron significativamente respecto de los valores normales, lo que determinó un debilitamiento del factor dinámico de las precipitaciones.

Los campos de superficie de presión y temperatura presentan concordancia con lo hallado en la estación Zavalla.

El rendimiento del trigo durante la campaña 98/99 estuvo dentro de los valores normales debido quizás a la ausencia de enfermedades (ambiente seco) y a las importantes lluvias de otoño.

Sería de gran interés extender el análisis realizado a todo los meses del año, para abarcar de este modo los períodos fenológicos de los distintos cultivos de la zona, como así también determinar las probabilidades de sequía a través de otros índices.

## Agradecimientos

---

Los autores agradecen a la Cátedra de Manejo de Cultivos de la Facultad de Cs. Agrarias por los datos de rendimiento de trigo de la localidad de Zavalla.



---

## Bibliografía

---

CASTELLARÍN, J., PEDROL, H., SALVAGIOTTI, F. y ROSSO, O. 1999. Evaluación de cultivares de trigo PAN en la localidad de Oliveros. Campaña 1998/1999. Trigo para mejorar la producción 9. Campaña 1998/99. INTA EEA Oliveros.

ESPOZ, C. y BRIZUELA, A. 1983. Comunicación sobre el desarrollo de un sistema de predicción y monitoreo del cultivo de trigo para la pradera pampeana. *Meteorológica* XIV, N° 1 y 2, 757-771.

GIBBS, W. y MAHER, J. 1967. Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin* N° 18, Commonwealth of Australia, Melbourne.

HOFFMANN, J., NUÑEZ, S. Y GÓMEZ, A. 1987. Fluctuaciones de la precipitación en la Argentina, en lo que va del siglo. II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología. Buenos Aires. Argentina.

LUCERO, O. y LUCERO, N. R. de 1991. Relación estadística entre la ocurrencia de sequías severas en Argentina y la temperatura de la superficie del Océano Pacífico Tropical. *Anales de la 5ª Reunión Nacional de la Asociación Argentina de Agrometeorología y 1ª Jornadas Nacionales Multisectoriales sobre Sequías del INCYTH*.

MALAKA, I. y NUÑEZ, S. 1980. Aspectos sinópticos de la sequía que afectó a la Rep. Argentina el año 1962. *Geoacta*, Vol. 10, Numero 2, p.1-21.

MCKEE, T. V., DOESKEN, N. J. y KLEIST, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Preprints, Eighth Conf. On Appl. Climatology*, Anaheim, CA, Am. Meteor. Soc., p. 174-184.

PASCALE, A. y DAMARIO, E. 1996. Modificación de las condiciones agroclimáticas para el cultivo del girasol en la Argentina durante el período 1961-90. *Rev. Facultad de Agronomía* 16 (1-2): 119-125.

PALMER, W. 1965. *Meteorological drought*. U.S: Weather Bureau, Reserch Paper N° 45, Washington.

PAPUCCI, S., GONZÁLEZ, A., CRUCIANI, M., GONZÁLEZ, M. y PEDROL, H. 1999. Comportamiento de cultivares de trigo PAN en Zavalla (Sta. Fe). Campaña 1998/1999. Trigo para mejorar la producción 9. Campaña 1998/99. INTA EEA Oliveros.

PENALBA, O. 1998. Reportaje sobre el impacto de "El Niño 97/98". *Tiempo Presente*, Revista del Centro Argentino de Meteorólogos.

RAVELO, A. 2000. Caracterización agroclimática de las sequías extremas en la región pampeana argentina. *Rev. Facultad de Agronomía* 20 (2), 187-192.

SACCHI, O., DALLA MARTA, N., COSTANZO, M. y CORONEL, A. 2002. Caracterización de las precipitaciones en la zona de Zavalla. *Revista de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias -UNR*, Año 2, Numero 2, p. 91-103.

SCIAN, B. y DONNARI, M. 1995. El índice de anomalía de humedad z y su relación con el rendimiento de trigo en Bordenave (Buenos Aires, Argentina). *Agriscientia* XII, 47-51.

SCIAN, B. 2000. Evidencias de la señal del SOI sobre la variabilidad de las lluvias en la región semiárida pampeana. *Meteorológica*, vol. 25, 1 y 2.

UNR - Facultad de Cs. Agrarias - Especialidad: Sistemas de Producción de Cereales y Oleaginosas 1996. *Guía de Trabajos Prácticos Cultivo: Trigo*.