

# MODIFICACION DE LAS CONDICIONES AGROCLIMATICAS PARA EL CULTIVO DEL GIRASOL EN LA ARGENTINA DURANTE EL PERIODO 1961 - 90<sup>(1)</sup>

A. J. PASCALE y E. A. DAMARIO<sup>(2)</sup>

Recibido: 10/07/96

Aceptado: 07/08/96

## RESUMEN

La producción de granos en la Argentina en 1994/95 fue de 45,8 millones de toneladas, una de las más importantes en su historia agrícola, con récord de superficie sembrada en las oleaginosas de verano: soja y girasol. Del total, la producción de girasol aumentó más de 5 veces en los últimos 30 años, para llegar a las 5.800.000 toneladas. Este significativo incremento merece un análisis de las causas biológicas y ecológicas que lo determinaron.

En esos 30 años se ha producido un aumento de las precipitaciones estivales en toda el área de expansión del cultivo, por lo cual con registros meteorológicos del período treinta años 1961 - 90 se desarrolló la cartografía agroclimática actualizada de las disponibilidades térmicas e hídricas regionales para el período vegetativo del girasol, con énfasis en las etapas críticas para agua: la siembra, la floración y la cosecha.

Se concluye que la ampliación hacia occidente del área girasolera en la Argentina y los excelentes rendimientos registrados en los últimos años (1.509 kg/ha promedio del país para 1985/86-1994/95) se deben además del mejoramiento genético y tecnológico cultural, a las condiciones favorables del balance de agua durante los meses de cultivo.

**Palabras clave:** condiciones agroclimáticas - cultivo del girasol

## CHANGES IN AGROCLIMATIC CONDITIONS FOR SUNFLOWER CROP IN ARGENTINA DURING THE 1961 - 90 PERIOD

### SUMMARY

Total crop production for Argentina in 1994/95 overtook 45,8 million metric tons, one of the largest in agricultural records. Soybean and sunflower, both summer oil crops, registered a record cultivated area. Sunflower production has increased more than five times over the past 30 years to reach the 5,8 million metric tons. This significant increase deserves an analysis of the biological and ecological contributing factors.

In those 30 years, summer rainfall had an upward trend in the sunflower region. Therefore, meteorological records for the 1961/90 period were used to prepare agroclimatic maps. Thermal and hydrological conditions were analyzed with emphasis on the critical growth stages for water demand during sowing, flowering and maturity. It can be concluded that in addition to crop breeding and technological advances, the excellent crop yield for the 1985/95 period with a mean yield of 1.509 kg/ha was due to a favorable soil water balance during the sunflower growing season.

**Key words:** agroclimatic conditions, sunflower crop.

<sup>(1)</sup>Traducción actualizada del trabajo "Changes in Agroclimatic Conditions for Sunflower Crop in Argentina During the 1961/90 Period". Proceeding of 14th International Sunflower Conference Beijing/Shenyang, China, 12-20 June 1996, Agronomy, 1: 315-320.

<sup>(2)</sup>Cátedra de Climatología, Fenología Agrícolas - Facultad de Agronomía, UBA - Avda. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires.

## INTRODUCCION

La superficie total sembrada con girasol en la Argentina muestra en los últimos años una cierta estabilización. En cambio, el rendimiento medio para todo el país registró un continuo aumento a partir de la década del setenta, pasando de aproximadamente los 700 kg/ha a los 1.400 kg/ha actuales (Pascale, 1991). Este aumento es atribuido a la masiva incorporación de híbridos, al manejo tecnológico adecuado regionalmente, al ajuste de la época de siembra y a la utilización de cultivares resistentes a enfermedades y altamente productivos.

En este trabajo se realiza un análisis de la disponibilidad de agua edáfica en el área de expansión actual del cultivo de girasol, en los meses de siembra, floración y maduración, considerados críticos al factor hídrico (Pascale y Troha, 1977) y su relación con los rendimientos medios de la pentada 1989-90/1993-94. La finalidad es compararlos con los de un estudio de años anteriores (Pascale *et al.*, 1977) y comprobar si la mayor disponibilidad hídrica, por el aumento de las precipitaciones en las últimas décadas en la región pampeana (Forte Lay *et al.*, 1991; Sierra *et al.*, 1993/94) que favoreció la importante expansión del área cultivada, también influyó en el aumento de los rendimientos.

## MATERIALES Y METODOS

a) **Datos fenológicos.** Los meses normales de siembra, floración y maduración para cada región dentro del área de difusión del girasol se determinaron a partir de los resultados de ensayos comparativos de rendimientos realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, complementados con la información extractada de Sierra y Murphy (1986).

b) **Datos meteorológicos y balance hidrológico seriado.** Se utilizó la información meteorológica del período 1961-1990 de 79 observatorios distribuidos en toda la región en estudio, correspondiente al área con condiciones hídricas favorables para el cultivo en secano. Con estos valores se computaron los balances hidrológicos mensuales consecutivos, mes tras mes y año tras año, según la metodología de Thornthwaite and Mather (1957). La integración de las 30 condiciones hídricas obtenidas para cada mes, en una serie ordenada desde la mayor deficiencia al mayor exceso, permite derivar probabilidad de ocurrencia de diferentes niveles de humedad edáfica (Pascale y Damario, 1977). En las cartas que se incluyen en este trabajo se indican las deficiencias con signo negativo y los excesos con positivo.

c) **Datos de rendimientos.** Se utilizó la información oficial provista por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, referente a superficie sembrada, cosechada y rendimiento de cada departamento provincial en las últimas campañas agrícolas. La serie histórica del total de hectáreas sembradas anualmente en el país y el rendimiento medio obtenido se extrajo de la información producida por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (1992 - 93).

## RESULTADOS Y DISCUSION

A- *Evolución del área girasolera y los rendimientos medios para todo el país en el período 1960-61/1994-95.*

En la parte superior de la Fig. 1 se representa gráficamente la variación del área cosechada en todo el país desde 1960 - 61 hasta 1994 - 95, donde se pueden distinguir tres etapas bien diferenciadas. La primera llega hasta comienzos de la década del setenta y muestra un ligero incremento de la superficie (poco más de 26.000 ha/año). La segunda etapa va desde 1974/75 hasta 1984/85 con un aumento de la tendencia de casi 98.000 ha/año. La tercera etapa corresponde a las últimas 11 campañas agrícolas (1984 - 85/1994 - 95) con tendencia hacia la casi estabilización del área girasolera que, en promedio, alcanza a las 2.316.000 hectáreas cosechadas. Esta cifra en su totalidad es de la región oriental argentina de cultivo en secano.

En la parte inferior de la Fig. 1 se grafican los rendimientos medios anuales para todo el país. A diferencia de las áreas cosechadas, aquí sólo se distinguen dos etapas: una hasta los primeros años agrícolas de la década del 70, con un rendimiento promedio de 731 kg/ha y muy poco incremento anual (3,8 kg/año) y otra desde 1974 - 75 hasta 1994 - 95, con un incremento anual sostenido de casi 52 kg/año y un promedio de 1238 kg/ha para los 21 años. La iniciación de esta segunda etapa coincide con la incorporación al cultivo de un paquete tecnológico moderno y eficiente en el que pueden destacarse: la casi eliminación de las siembras "de segunda", uso de mejores suelos (tierras) y adecuación regional de la época de siembra con las necesidades bioclimáticas de los híbridos utilizados regionalmente.

La etapa desde la campaña 1960-61 a la de 1974-75 se corresponde con el análisis agroclimático ante-

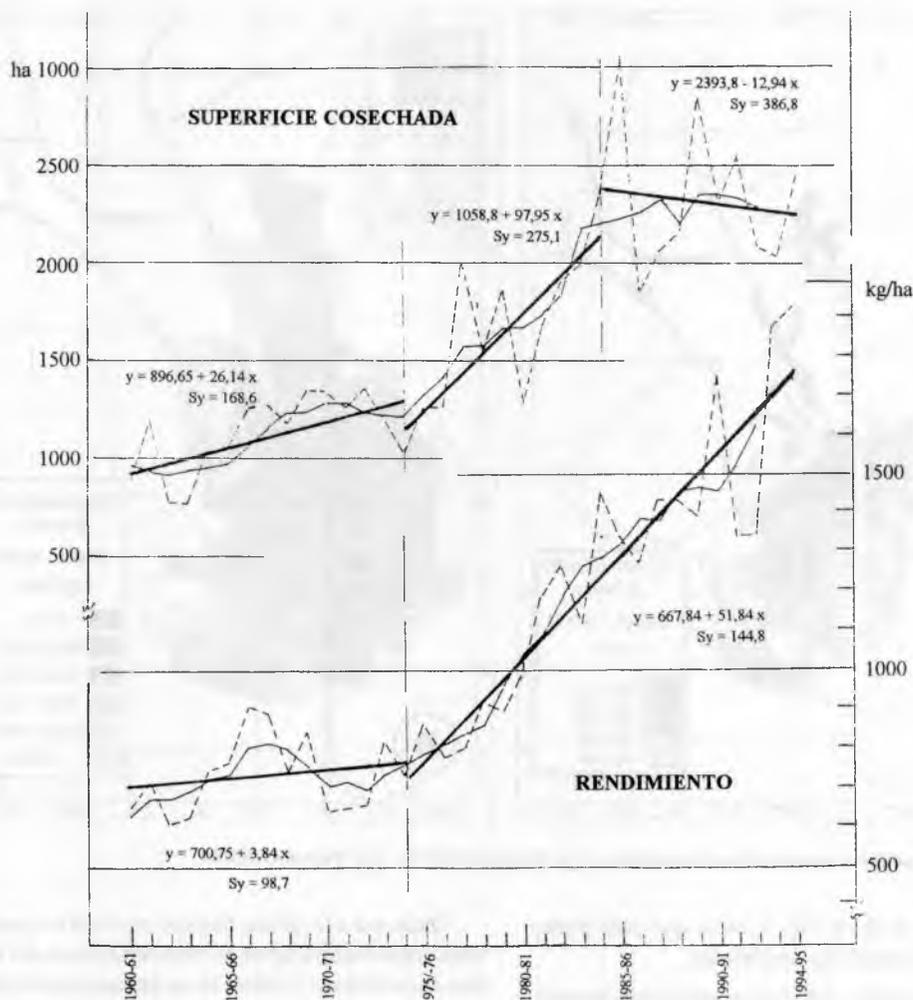


Figura 1. Superficie cosechada y rendimientos de girasol en la Argentina para el período 1961/95.

rior (Pascale *et al.*, 1977) que será confrontado en este estudio con el correspondiente al período de la década del 90 ( 1989-90/1993-94).

B- *Superficie cultivada y rendimiento medio departamentales actuales.*

La fig. 2 muestra, en forma comparativa, las cartas de rendimiento medio departamental para el período 1961-75 (Pascale y Troha, 1977) y el correspondiente a las últimas cinco campañas agrícolas 1989-94. Es destacable el desplazamiento del área sembrada actualmente hacia occidente y un significativo aumento de los rendimientos medios regionales

que superan los 1800 kg/ha en las áreas de mejor comportamiento en la provincia de Buenos Aires. Asimismo, es visible la existencia actual de cultivos de muy buenos rendimientos en la porción noreste de la provincia de La Pampa, región que se consideraba como marginal a no apta para girasol. En forma general, dentro del área total de cultivo, pueden advertirse rendimientos departamentales que pasan de los 600-700 kg/ha a más de 1600-1800 entre los dos períodos dentro del área de difusión.

La concentración regional de los cultivos en el período 1989-94 dentro del área de difusión se mues-

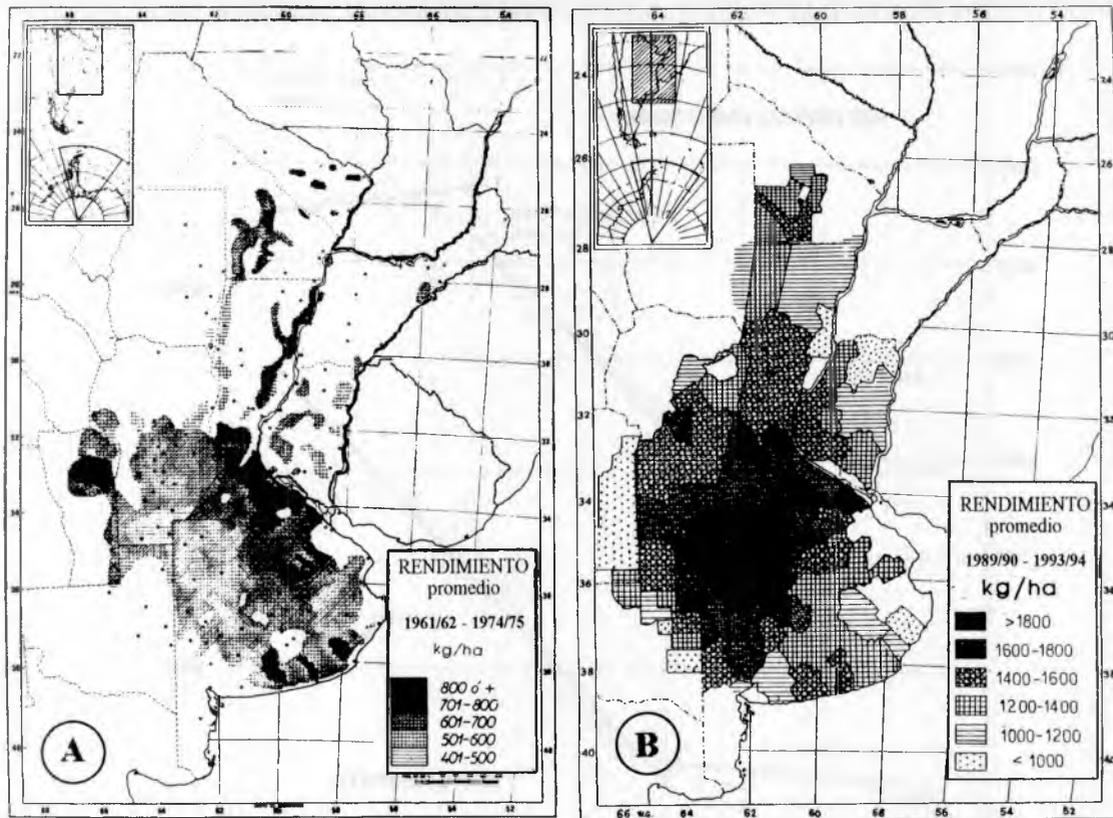


Figura 2. Rendimiento medio departamental. (A) Período 1961/75; (B) Período 1989/94.

tra en la carta A de la Fig. 3, en la que cada punto representa 500 hectáreas sembradas.

C- *Comparación entre las condiciones agroclimáticas regionales del período 1961/75 y las de los años siguientes hasta 1994.*

El análisis comparativo se concentrará sobre la disponibilidad de agua edáfica durante el cultivo, teniendo en cuenta que se ha demostrado fehacientemente el aumento de las precipitaciones estivales a partir de la década del setenta en la región pampeana del área girasolera. No existe igual certeza respecto de la variación de las temperaturas medias mensuales, las que al parecer no han sufrido mayores cambios, a pesar de que estadísticamente se comprobó una constante disminución, en lo que va del siglo, de los promedios climáticos decenales de las temperaturas máximas medias de los meses de verano (Pascale y Damario, 1993/94).

Dado que el régimen térmico regional no parece tener responsabilidad en el comportamiento del cultivo en los últimos 20 años, la comparación se efectúa teniendo en cuenta solamente la humedad edáfica en las etapas fenológicas críticas. Pascale y Troha (1977) comprobaron la influencia negativa de la falta de agua en los meses de siembra y floración y la de los excesos en el mes de maduración, mediante correlaciones entre el rendimiento y la condición de humedad edáfica obtenida por el balance hidrológico consecutivo. Si bien los balances hidrológicos mensuales consecutivos utilizados en ese análisis corresponden al período 1961-75, la continuación con los registros meteorológicos hasta completar el treinteño 1961-90 incluye en los cálculos el aumento creciente de las precipitaciones en la región a partir de la década del setenta, lo cual permite comparar la condición hídrica para el cultivo del girasol hasta 1975 y la correspondiente a la expansión geográfica desde esa

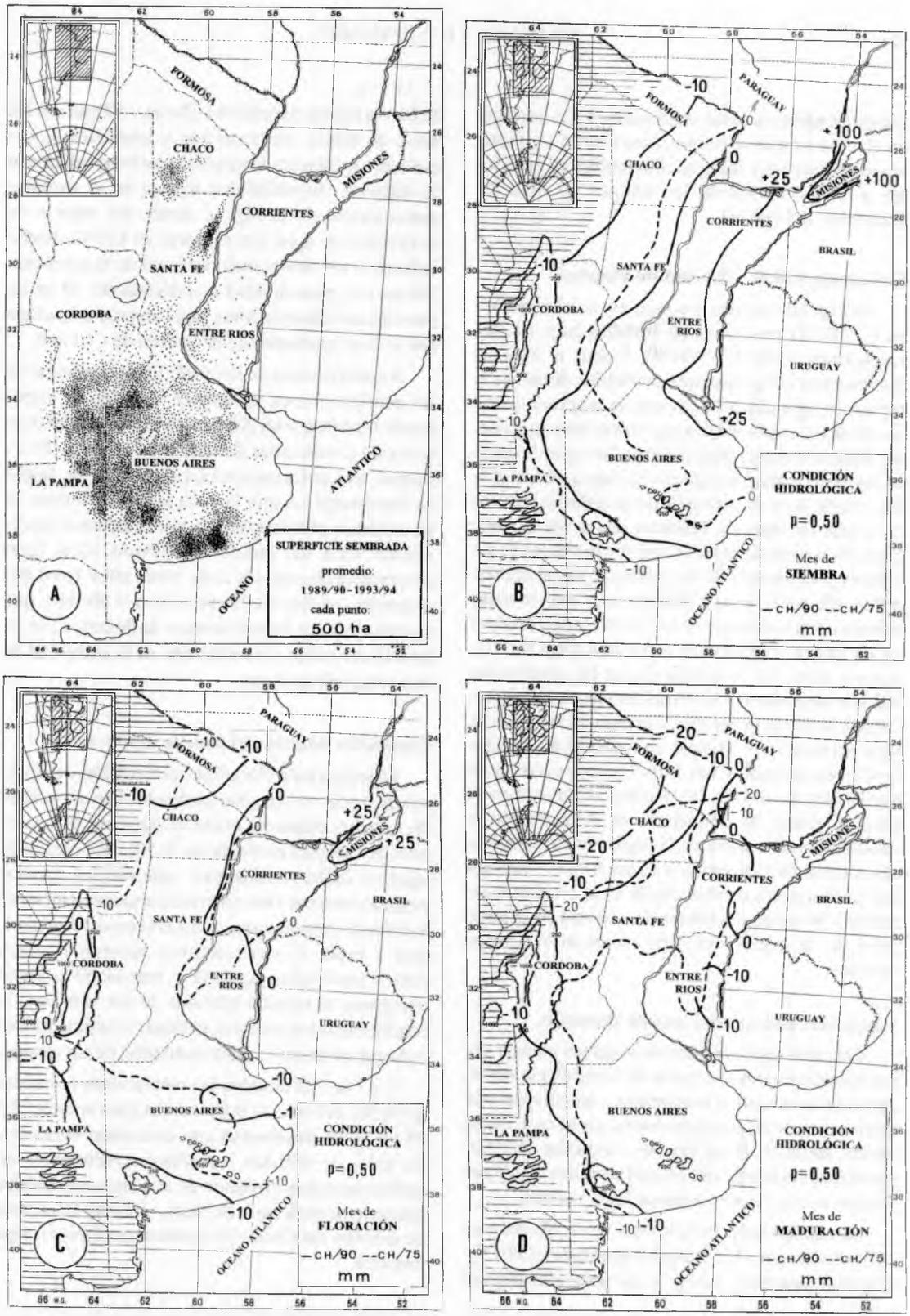


Figura 3. **A** Distribución geográfica del cultivo de girasol en la Argentina: promedio de la superficie sembrada en el quinquenio de 1989/90 - 1993/94 - Condición hidrológica mediana para el mes de: **B** diciembre, **C** floración y **D** maduración.

campana agrícola hasta la actualidad. En adelante en el texto se mencionarán como CH/75 y CH/90, respectivamente, a los agroclimas hídricos anteriores a 1975 y a los de los últimos 20 años de expansión del cultivo.

#### Condición hídrica del mes de siembra

La Fig. 3B muestra la condición hídrica mediana ( $P=0,50$ ) en el mes de siembra para las dos situaciones: CH/75 y CH/90. Como el área de distribución del girasol queda incluida dentro de la región de agricultura en secano, el desplazamiento actual de los cultivos hacia occidente debe atribuirse, sin duda, a la mayor disponibilidad de agua de suelo en los meses estivales. Esto queda claro al observar la trayectoria de la isolinia de 0 mm (equilibrio hídrico) en el mes de siembra. Mientras que desde el norte hasta el límite del centro de Córdoba con Santa Fe los valores y el trazado de las isolinias son similares, desde allí hacia el sur difieren con una marcada inflexión hacia el oeste en la CH/90, la que penetra en La Pampa y termina en el sur de la provincia de Buenos Aires. Es de señalar que en las condiciones hídricas normales ( $p=0,50$ ) del mes de siembra para CH/90, la franja geográfica con equilibrio (0 mm) a ligeros excesos (+ 10 mm), se corresponde con los rendimientos medios más altos. Excesos mayores de los 10 mm en el mes de siembra no favorecen al girasol, como lo demuestra la disminución o inexistencia de cultivo en la región Mesopotámica (provincias de Corrientes y Entre Ríos). Pareciera que el límite por deficiencia de agua en el mes de siembra lo señala la isolinia de - 10 mm en la parte norte de la región y de algo menos en la porción suroeste.

#### Condición hídrica del mes de floración

Con el avance del período vegetativo luego del nacimiento, en la mayor parte de la región girasolera aumenta la demanda evaporativa, no compensada totalmente por las precipitaciones, por lo cual, en los meses hasta la floración, la condición hidrológicamente óptima deberá encontrarse en el equilibrio (0 mm) o muy ligeras deficiencias o excesos.

La condición hídrica normal ( $p=0,50$ ) del mes de floración para los períodos analizados CH/75 y CH/90 se muestra en la Fig. 3C. Se observa equilibrio

hídrico a ligeras deficiencias (hasta - 10 mm) en las áreas de mayor concentración y rendimientos del cultivo. La diferencia notoria entre ambos períodos es la diferente disponibilidad hídrica en el extremo suroccidental de la región, donde los valores de deficiencia de agua son menores en CH/90, hecho indicativo del rápido mejoramiento de la condición hídrica con posterioridad a la década del 70 en las provincias de Buenos Aires y La Pampa, evidenciada por el desplazamiento de la isolinia de - 10 mm.

A consecuencia de la variabilidad interanual de las precipitaciones, el balance hidrológico continuado mostró que en 20% de los años ( $p=0,20$ ) han ocurrido condiciones deficitarias de entre - 20 a - 30 mm aun en las mejores áreas girasoleras, lo que es importante ya que la falta de agua durante la floración es el factor más responsable en el rendimiento final del cultivo de girasol. Con igual recurrencia de una vez cada cinco años ( $p=0,80$ ) ocurrirán excesos de hasta + 20 o + 30 mm, que repercutirán en fecundaciones deficientes por el lavado del polen y/o reducción en la actividad de insectos polinizadores.

#### Condición hídrica del mes de maduración

El subperíodo floración-maduración del girasol coincide, en la región pampeana con el período de máxima demanda evaporativa, pero la condición hidrológica mediana ( $p=0,50$ ) del balance de agua no indica deficiencias que puedan resultar perjudiciales para los cultivos que se encuentran en la etapa de maduración, como es el caso del girasol, soja y maíz. Si estos cultivos superan la etapa crítica para agua de la fase reproductiva hasta completar el tamaño máximo de sus semillas, la condición hídrica normal debe ser la sequía moderada que permite el secado paulatino de sus granos.

La Fig. 3D muestra las condiciones normales ( $p=0,50$ ) del mes de maduración para ambos CH/75 y CH/90. Se observa que, con pocas variantes, las áreas de difusión y mejores rendimientos en ambos períodos disponen de una situación hídrica ligeramente deficitaria de hasta - 10 mm. En el área de siembra del Chaco los valores son siempre algo mayores.

A la condición hídrica normal deficitaria favorable para la maduración se opone la desfavorable del exceso de agua debido, fundamentalmente, a que va acompañando de alta humedad atmosférica y disminución de la radiación solar, factores determinantes de maduraciones irregulares y la propensión al ataque de enfermedades criptogámicas. Esta desventaja se ve agravada cuando siembras tardías hacen coincidir la última etapa del cultivo con meses otoñales, normalmente húmedos. La adecuación actual de la época de siembra y la eliminación de las "de segunda" han minimizado este problema.

La condición hídrica de exceso probable de ocurrir una vez cada cinco años ( $p=0,80$ ) indica un predominio de las condiciones de equilibrio, con un área con moderado exceso (poco más de +20 mm) en el S de Santa Fe - N de Buenos Aires en ambos períodos de análisis agroclimático, señalándose acá, nuevamente, un desplazamiento hacia el SW de las mayores disponibilidades hídricas de CH/90, de magnitud no perjudicial.

## CONCLUSIONES

La confrontación de los resultados del balance de agua del período 1961-75 con las del período treintaenal 1961-90 evidencia que las condiciones hidrológicas de la región argentina donde se cultiva girasol en secano, han evolucionado hacia una mejor disponibilidad hídrica acorde con las necesidades en agua de los distintos subperíodos vegetativos de la especie.

El aumento de las precipitaciones a partir de la década del 70, coincidente con un acelerado mejoramiento en la tecnología cultural, adecuación de la fecha de siembra y utilización de híbridos altamente productivos y resistentes a las enfermedades, extendió la frontera del cultivo hacia occidente, llegando a penetrar exitosamente en la región NE de la provincia de La Pampa, considerada anteriormente como agroclimáticamente no apta para girasol.

Como resultado de lo antedicho, dentro de la región de expansión actual del cultivo de girasol se obtienen rendimientos unitarios que duplican a los que se registraban antes de la década del setenta.

## BIBLIOGRAFIA

- BOLSA DE CEREALES. 1992/93. Número Estadístico Nro. 55. Prisma Color, Buenos Aires, 298 pág.
- FORTE LAY J. A.; R. M. QUINTELA y O. E. SCARPATI. 1992. Variación de las características hidrometeorológicas de la llanura pampeana argentina. Memorias del Encuentro Meteoro 92. I. Congreso Iberoamericano, V Congreso Interamericano de Meteorología. Univ. de Salamanca y Cáceres. España. 2a. Parte; 142-146.
- PASCALE, A. J. y A. TROHA. 1977. Factores agrometeorológicos determinantes del rendimiento en girasol. Tercera Reunión Nacional de Girasol. Instituto Agroindustrial de Oleaginosas Bs. As. *Actas*, 1: 5-15.
- PASCALE, A. J.; G. M. MURPHY y A. TROHA. 1977. Condiciones agroclimáticas del cultivo de girasol en la Argentina. Tercera Reunión Nacional de Girasol-Instituto Agroindustrial de Oleaginosas, Bs. As. *Actas*, 1: 16-36.
- PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO. 1977. El balance hidrológico seriado y su utilización en estudios agroclimáticos. *Rev. Facultad de Agronomía de La Plata*, 53 (1-2): 15-34.
- PASCALE, A. J.. 1991. Evolución de los cultivos oleaginosos en los últimos 30 años. *Oleaginosas*, 0: 4-9.
- PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO. 1993/94. Tendencia de la amplitud térmica diaria en la Argentina desde 1901 a 1990. *Rev. Facultad de Agronomía*, 14 (2): 127-138.
- SIERRA, E. M. y G. M. MURPHY. 1986. Agroclimas del cultivo de girasol en la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*, 7 (1): 25-44.
- SIERRA, E. M.; R. H. HURTADO y L. B. SPESCHA. 1993/94. Corrimientos de las isoyetas anuales medias decenales en la Región Pampeana 1941-1990. *Rev. Facultad de Agronomía*, 14 (2): 139-144.
- THORNTHWAITE, C. W. and J. R. MATHER. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. *Public. in Climatology*, 10(3): 185-311.