

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**RENDIMIENTO DE AQUENIOS Y CONTENIDO DE ACIDO OLEICO EN UN
GENOTIPO DE GIRASOL EN DOS SITIOS DE LA PROVINCIA DE CORDOBA**

**Autor: CASADO Germán Oscar
DNI: 27.669.676**

Director: Ing.Agr.MSc. Guillermo CERIONI

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

PRESENTACION, FUNDAMENTACION E IMPORTANCIA DEL TRABAJO

PRESENTACION:

El girasol, con su alto contenido de aceite en las semillas (48-52%) es una planta típicamente oleaginosa. Esta juega un papel importante en la alimentación y se complementa con otras utilidades a efectos forrajeros y técnicos (Vranceanu, 1977).

A lo largo de la década de los 90, el volumen de aceite de girasol producido mostró una tendencia de crecimiento. Sin embargo, hacia fines de esa década se registró una importante merma en los precios de los aceites, afectados por la sobreoferta mundial y por la aplicación de políticas proteccionistas por parte de varios países. Este escenario, sumado a la inclinación de los productores hacia el cultivo de soja, de mayor rentabilidad, derivó en una menor producción e industrialización de girasol.

En la campaña 2004/2005 el área sembrada alcanzó 1,9 millones de hectáreas mientras que la producción totalizó 3,5 millones de toneladas. Las principales provincias productoras son Buenos Aires junto con Córdoba y La Pampa (SAGPyA, 2002).

El girasol (*Helianthus annuus*) es una planta anual de porte erecto, con desarrollo vigoroso en todos sus órganos (Vranceanu, 1977). Cada grano de girasol desde el punto de vista botánico, es un aquenio de ovario ínfero, es decir, un fruto seco y uniseminado formado por un pericarpio (cáscara) que representa entre el 20 y 25% del peso seco del mismo, y por la semilla, habitualmente denominado pepa, donde se encuentra el mayor contenido de aceite (42-55%). (Vranceanu, 1977).

La molturación y extracción del aceite de los frutos deja un residuo de elevado contenido proteico (la torta) que es utilizado en la alimentación animal. Las cáscaras, que son separadas, previa extracción de aceite, pueden ser utilizadas como combustible. De las cáscaras también se pueden obtener muchos productos diferentes, incluyendo plásticos, lecitinas, agentes emulsionables, sustitutos de la carne, etc (Vranceanu, 1977).

A diferencia de las grasas animales, en los aceites vegetales en general (salvo excepciones que se mencionan mas adelante) predominan los ácidos grasos con una o mas insaturaciones. Los ácidos grasos saturados mas frecuentes son el palmítico y el esteárico, con cadenas de 16 y 18 carbonos, respectivamente. Ácidos saturados de cadena mas corta son poco frecuentes (excepto el aceite de coco que contiene > 40% de ácido laurico -C12:0²) y ácidos de cadena mas larga, como por ejemplo araquídico (C20:0), behénico (C22:0) y lignocérico (C24:0), los que pueden encontrarse en concentraciones menores a 1%. Los ácidos grasos insaturados mas frecuentes en aceites vegetales son los de cadena de 18 átomos de carbono y el número de insaturaciones puede ser de uno (monoinsaturados) a tres

(poliinsaturados), como en los ácidos oleicos (C18:1), linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3). (Izquierdo y Aguirrezabal, 2010).

La predominancia de uno u otro ácido graso le confiere diferentes propiedades al aceite. Por ejemplo, los ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y linolénico) son necesarios en la dieta ya que son ácidos grasos esenciales y el hombre no los puede sintetizar (Lehninger *et al*, 1993)

La producción mundial de girasol está concentrada en Europa, principalmente en el este de Europa, ex Unión Soviética y Argentina (Aguirrezabal *et al.*, 2002).

Argentina juega un papel importante en el ámbito mundial, ya que en el año 1999 alcanzó una participación del 63% en la exportación de aceite de girasol (Aguirrezabal *et al.*, 2002).

En nuestro país, a partir de 1993, se realizaron los primeros trabajos de mejoramiento a partir de variedades, que se cultivaron en el país desde fines del siglo XIX (Agüero, 2002).

La conservación, evaluación y utilización de los recursos genéticos de girasol es una tarea básica para asegurar el futuro de las actividades de mejoramiento. Como nuevo objetivo de mejoramiento se cita la discriminación en la composición de ácidos grasos para lograr diferentes calidades de aceite. Estudios recientes han demostrado una contribución al aumento de rendimiento por ganancia genética del orden de los 33 kg./ha por año y se espera que este ritmo de mejora continúe en un futuro cercano (Bruniard, 2002).

Los planes de mejoramiento han seguido diferentes etapas en pro de lograr mejorar las variedades de girasoles alto oleico vinculado al cuidado de la salud humana, la industria manifiesta una marcada tendencia a recurrir a dietas con grasa vegetales cuya conformación de aceite sean mas estables (insaturados), la cual contribuye a la salud humana ya que mayormente previene enfermedades cardiovasculares (Rosbasco *et al.*, 2005).

El mejoramiento cobro mayor auge cuando en el año 1976, a partir de una mutación en una variedad rusa se obtuvieron líneas con el 50% del ácido oleico mas que en los tradicionales que, con sucesivas selecciones y métodos de mejoramiento alcanzaron el 80 y 90% (Dombos y Muller, 1992).

A través del mejoramiento genético no solo a sido posible generar materiales con elevado porcentajes de ácido oleico (80 y 90%), sino que dichos materiales presentan buen comportamiento sanitario y al vuelco con rendimiento similares o superiores al de los híbridos tradicionales (Rosbasco *et al.*, 2005).

El ácido oleico es un ácido graso que aporta a los aceites propiedades intermedias entre los ácidos saturados y los poliinsaturados. Es un ácido estable frente al oxígeno, debido a que su molécula presenta solo una insaturación y se a probado que su consumo disminuye los niveles de colesterol en sangre (Heyden, 1994). Por ello, aceites con altos niveles de este

ácido graso en general son deseados para consumo directo, frituras y para la fabricación de productos comestibles en la industria. Para la producción de biodiesel, también se prefieren estos aceites con bajo niveles de insaturaciones ya que así se reduce el índice de yodo (estimador del nivel de insaturaciones total del aceite, y capacidad de polimeración en el motor) y se incrementa la viscosidad y el número de cetanos (indica la velocidad de ignición post-inyección) del combustible (Knothe, 2002).

Los aceites con alto contenido de ácido oleico son menos susceptibles a cambios oxidativos durante la refinación, el almacenaje y la frituras, confiriéndole mayor estabilidad. Por lo tanto el aceite se puede calentar a mayor temperatura sin que se produzca humo, permitiendo una rápida cocción de los alimentos y que absorban menos aceite. Además los alimentos cocidos con dicho aceite mantienen sus cualidades organolépticas por mayor tiempo. Estas virtudes lo hacen interesante para la industria de los alimentos envasados (Rosbasco *et al.*, 2005).

La expresión del porcentaje de aceite potencial de cada cultivar puede ser altamente influenciado por el ambiente y ensayos realizados con materiales (Oreon, Zenit y un ACA 884) demuestran que las diferencias en los porcentajes de aceite registrada en un mismo cultivar, originadas por causas ambientales pueden ser superiores a las que existen entre materiales. Al igual que la estabilidad del porcentaje de aceite en un conjunto de ambientes puede ser también diferente en distintos cultivares (Aguirrezabal y Pereyra, 1998).

Es importante citar que si bien las variaciones observadas entre los genotipos de girasol con calidad de aceite mejorada son en general menores a las observadas entre los genotipos tradicionales, cambios relativamente pequeños en el porcentaje del ácido graso de interés (Ej. oleico, esteárico) por efecto de la temperatura podrían provocar que el aceite producido no cumpla con las concentraciones requeridas para ser considerado de la calidad específica deseada (por ejemplo, un nivel de ácido oleico menor a 80%, nivel habitual de recibo) (Izquierdo y Aguirrezabal, 2010).

El contenido de ácido oleico aumenta al disminuir la latitud, en los girasoles Nusun el contenido de ácido oleico es más estable y es de aproximadamente el 65%. Cuando el contenido de ácido oleico es superior al 80% se lo considera alto oleico (Bruniard, 2002).

El ambiente tiene una importante influencia sobre la composición de ácidos grasos de los cultivares tradicionales de girasol. La literatura abunda especialmente en trabajos en los que se han reportado cambios en la proporción relativa de ácido oleico y linoleico cuando los cultivos se realizan en distinta estación de crecimiento (Jones, 1984). Esta relación también se encontró afectada cuando los cultivos fueron realizados en diferentes localidades (Robutti *et al.*, 1974) o en la misma localidad en diferentes años (Goyne *et al.*, 1979). Efectos ambientales sobre los contenidos de ácido oleico y linoleico fueron también encontrados en girasoles silvestres (Seiler, 1983).

Cambios en la temperatura durante el desarrollo del fruto explican la mayor parte de las variaciones citadas en la composición acídica de los girasoles tradicionales por efecto ambiental. Esto puede ser ejemplificado a través de los resultados de (Harris *et al.*, 1978), que cultivaron girasoles tradicionales en diferentes fechas de la estación de crecimiento. En dicho trabajo, la temperatura mínima media entre media floración y cosecha explicó el 80 y 91% de la variabilidad de los contenidos de ácido linoleico y oleico respectivamente.

El fuerte efecto de la temperatura sobre la relación oleico/linoleico es bien conocida y permite manejar la composición acídica del aceite a través de las prácticas agronómicas (fecha de siembra, selección de la localidad donde se realizara el cultivo, etc). La temperatura actúa directamente sobre el metabolismo del fruto, ya que el citado efecto ha sido demostrado en embriones cultivados aisladamente en medio artificial (Silver *et al.*, 1984). El mismo se origina por que la síntesis y/o la actividad de la enzima D12-oleil PC desaturasa que convierte el ácido oleico en linoleico se vería aumentada a bajas temperaturas (Tremolieres *et al.*, 1982).

Otros factores climáticos como la radiación solar incidente y el fotoperíodo también han sido relacionados con la composición acídica y, en general, con aumentos en la concentración de ácido oleico (Seiler, 1983).

Esto también fue encontrado aumentando la intensidad lumínica en condiciones controladas (Tremolieres *et al.*, 1982). Si bien muchas de estas relaciones podrían estar enmascaradas en variaciones de temperatura, es probable que un efecto “per se” de la radiación solar exista, ya que (Santalla *et al.*, 1995), encontraron un aumento en la relación oleico/linoleico cuando la radiación interceptada por las plantas durante el llenado fue mayor, cambios que no pudieron ser explicados a partir de la temperatura medidas en el aire y en los frutos. Sin embargo los efectos ambientales citados producen cambios en las concentraciones de los ácidos oleicos y linoleico en general menor al 5%, variaciones que son muy inferiores a las que puede originar la temperatura (Aguirrezabal y Pereyra, 1998).

La temperatura afecta la actividad total de la desaturasa, la enzima que cataliza la conversión del ácido oleico a linoleico. Los dos mejores ácidos grasos del aceite de girasol. La actividad total de esta enzima es la más grande en el llenado temprano del grano (Garces and Mancha, 1991) por lo tanto la temperatura en el llenado del grano tendría un efecto más fuerte en la composición ácido graso que durante otras etapas del llenado del grano.

Teniendo en cuenta la temperatura elevada durante el llenado del grano (Sobrin, 2003) observó un aumento en el contenido de ácido oleico/linoleico y de este modo se estableció un modelo para predecir la concentración ácido linoléica basada en la temperatura desde floración a maduración fisiológica (Nagao y Yamazaki, 1984).

No esta tampoco claro cual es el mejor predictor de temperatura para la concentración ácido graso. Variaciones en la concentración de ácido oleico en el campo fueron mejor explicadas por la temperatura máxima (Seiler, 1983), para (Harris *et al.*, 1978) fue la temperatura mínima y en el caso de (Nagao y Yamazaki, 1983) y (Rochester y Silver, 1983) fue la temperatura diaria pero, otros autores, observaron que las temperaturas bajas de la noche reducen la concentración de ácido oleico (Izquierdo *et al.*, 2002) para comprobar se hicieron experimentos en cámaras de crecimiento y a campo concluyendo que el mejor predictor para la concentración de ácido oleico, fue la temperatura de la noche y no la temperatura mínima del día, sin embargo es todavía desconocido que variable de la temperatura nocturna es el mejor predictor de la calidad del aceite para propósitos de modelados.

Considerar la relación entre la concentración de ácido graso y la temperatura de la noche permitiría mas predicciones precisas de la composición del aceite del girasol a través de de los lugares, tiempo de siembra y estaciones (Hall, 2004).

HIPOTESIS

- El rendimiento de aquenios, sus componentes y el contenido de ácido oleico en un genotipo de girasol varía en dos sitios del sur de la provincia de Córdoba que generan una oferta ambiental-térmica diferente.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el rendimiento, sus componentes y el contenido de ácido oleico de un genotipo de girasol Alto Oleico en Vicuña Mackenna y Laboulaye (sur de la provincia de Córdoba).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el rendimiento de aquenios, sus componentes en un genotipo de girasol en dos localidades del sur de la provincia de Córdoba.
- Evaluar el contenido de ácido oleico en un genotipo comercial alto oleico sembrado en dos localidades del sur de la provincia de Córdoba.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos que se presentan en este trabajo se realizaron durante la campaña agrícola 2006/2007 se seleccionaron dos ensayos que formaban parte de la red de ensayos regionales, impulsada por la empresa Dow Agrosiences SA.

Los mismos se situaron en las localidades de Laboulaye y Vicuña Mackenna. En ambos lugares se utilizó el cv híbrido alto oleico MG100 (Dow Agrosiences SA.).

La primer localidad (Laboulaye), corresponde al departamento Presidente Roque Sáenz Peña, provincia de Córdoba, la ubicación del ensayo fue a 20km al oeste de la localidad sobre la ruta nacional N° 7 Lat.: 34° 05'51.12"S, Long: 63°40'10.41"O.

La segunda localidad, (Vicuña Mackenna), pertenece al departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba la ubicación del ensayo fue a 8km al oeste de la localidad sobre ruta nacional N° 7 con Lat. 33° 55'30.92"S, Long: 64°29'27.75"O

En Laboulaye el ensayo se realizó en un suelo Haplustol Entico, con un relieve suavemente ondulado con pendientes entre el rango (0.5 al 1%) en todo el establecimiento, cuya textura corresponde a un franco arenoso fino (Agencia Córdoba Ambiente, 2003). El lote donde se localizó el ensayo se había desmontado en el año 2001 por lo tanto se realiza agricultura desde ese año.

Para preparar la cama de siembra, el productor realizó dos pasadas de doble acción favoreciendo la mineralización y combatir algunas malezas primavero -estivales. La siembra del ensayo se llevó a cabo el 28 de octubre del 2006 de forma convencional con una sembradora tedeschi a 0.7m de distancia entre hileras, aplicando una densidad de 3.8 semillas por metro lineal de surco Las tres parcelas sembradas con MG 100 presentaron un ancho de 2,8m por un largo de 120m el cual corresponde a un DCA (diseño completamente aleatorizado) con tres repeticiones.

Las condiciones de humedad al momento de la siembra eran las óptimas en los primeros 10cm del perfil ya que el día anterior se habían registrado 14 milímetros de lluvia.

Posterior a la siembra se procedió a la aplicación del preemergente el cual se conformaba de acetoclor y flurocloridona con una dosis cada uno de 750cc/ha. Durante el ciclo del cultivo el ensayo se mantuvo libre de malezas, plagas y enfermedades. La cosecha de los capítulos se realizó de forma manual cuando el cultivo había alcanzado un 11% de humedad de los aquenios, lo que correspondió al 24 de febrero. Para realizar la misma se procedió a recolectar los capítulos que se encontraban en 1.428 m realizando 3 repeticiones situándose las mismas en la parte inicial, media y final de la parcela, tomando los capítulos de las hileras centrales donde se encontraba el MG 100 AO para evitar todo efecto de bordura.

En el momento de recolección de los capítulos se hicieron otras mediciones como, altura total de la planta, tomando la misma desde la superficie hasta la parte media del capítulo, también se contabilizó el número de plantas a cosecha en cuanto al número de aquenios se procedió a contar el número de arcos radiales que poseía cada capítulo y luego se lo multiplicó por el número de aquenios de cada arco.

. Los capítulos recolectados se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a laboratorio, las mediciones que se realizaron fueron:

- Altura de las plantas
- Número de aquenios por cada capítulo
- Peso de los 100 aquenios en gr

En laboratorio se procedió a determinar:

- Materia Grasa
- Cuerpos extraños
- Acides de materia grasa
- Chamico
- Humedad
- Concentración de Ácido oléico.

Para la situación de Mackenna el ensayo se llevó a cabo durante la misma campaña 2006/2007.

El tipo de suelo en el predio donde se localizó el ensayo corresponde a un Haplustol entico, con un relieve suavemente ondulado con pendientes entre el rango (1 y 1,5%) en todo el establecimiento, cuya textura corresponde a un arenoso franco (Agencia Córdoba Ambiente, 2003), en el sitio elegido provenía de 30 años de agricultura, realizándose previo a la siembra dos pasadas de doble acción para favorecer la mineralización y combatir algunas malezas primaverales estivales.

La siembra del ensayo se llevó a cabo el 6 de noviembre del 2006 de forma convencional con una sembradora Fercam de 12 líneas 0.52 m de distancia entre hileras, aplicando una densidad de 2,9 semillas por metro lineal de surco. Las tres parcelas tuvieron un ancho de 2,08 m por un largo de 120 m el cual corresponde con un DCA (Diseño completamente aleatorizado) con tres repeticiones.

El cultivo no se fertilizó dado que la recomendación de los análisis demostró que no era necesario hacerlo, debido a los requerimientos del cultivo, y la disponibilidad de nutrientes que presentaba el perfil (datos no mostrados). Las condiciones de humedad al momento de la siembra eran las óptimas en los primeros 10 cm del perfil ya que el día anterior se había registrado una precipitación de 8 mm. Posterior a la siembra se aplicó para

prevenir la invasión de malezas 500cc de acetoclor con 3lt de glifosato para controlar algunos manchones de *cynodon dactilon*.

El ensayo se mantuvo siempre por debajo de los niveles umbrales de control para los principales insectos plaga. En este caso, solamente se realizó una aplicación de Cypermetrina a razón de 100 cc/ha pc (producto comercial) para el control de *Rachiplusia nu* y otros lepidópteros defoliadores.

La cosecha de los capítulos se realizó de forma manual cuando el cultivo había alcanzado 11% de humedad en los aquenios lo que correspondió al 14 de marzo. Para realizar la misma se procedía recolectar los capítulos que se encontraban en 1,923m realizando 3 repeticiones situándose las mismas en la parte inicial, media y final de la parcela, tomando los capítulos de las hileras centrales para evitar todo efecto de bordura. En el momento de recolección de los capítulos se hicieron otras mediciones como, altura de planta, tomando desde la superficie hasta la parte media del capítulo, también se contabilizó el número de plantas a cosecha.

Para realizar el conteo de los aquenios se procedió a contar el número de arcos radiales que poseía cada capítulo y luego se lo multiplicó por el número de aquenios de cada arco. Las mediciones fueron las siguientes:

- Número de aquenios por cada capítulo
- Peso de los 100 aquenios gr
- Altura de plantas

En laboratorio se determinó:

- Materia grasa
- Cuerpos extraños
- Acides de materia grasa
- Chamico
- Humedad
- Concentración de Ácido oléico

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante A.N.A.V.A. y separación de medias según el test de Duncan al 5 % de probabilidad, utilizando el programa INFOSTAT

Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo en Laboulaye.

En la figura N°1 se muestran los registros pluviométricos de Laboulaye en donde la precipitación media anual, registrada a intervalos decádicos, se compara con una serie histórica de datos que comprende desde 1994 al 2007.

La distribución de las precipitaciones para la campaña 06-07 fue normal a la registrada durante la serie histórica sólo cabe remarcar que, durante octubre y las dos primeras década de noviembre la suma de precipitaciones estuvo por debajo de los 12mm (no se muestra en el gráfico), posteriormente comenzaron a aumentar los registros superando en la 3° década de noviembre la precipitación anual a la histórica para luego volver a decaer en la 2° y 3° década de enero

Como se puede apreciar solamente los valores de precipitación durante el ciclo 06-07 se igualan en la segunda década de noviembre y en la primera de Diciembre con respecto al la serie 94-07, mientras que para la primera década de Noviembre, segunda década de enero y tercer década del mismo mes los valores registrados de precipitación correspondiente al ciclo 06-07 fueron menores que los de la serie 94-07 mostrando lo inverso en las décadas restantes dando las precipitaciones del ciclo 06-07 un pico de gran magnitud en la tercer década de Febrero (174mm).

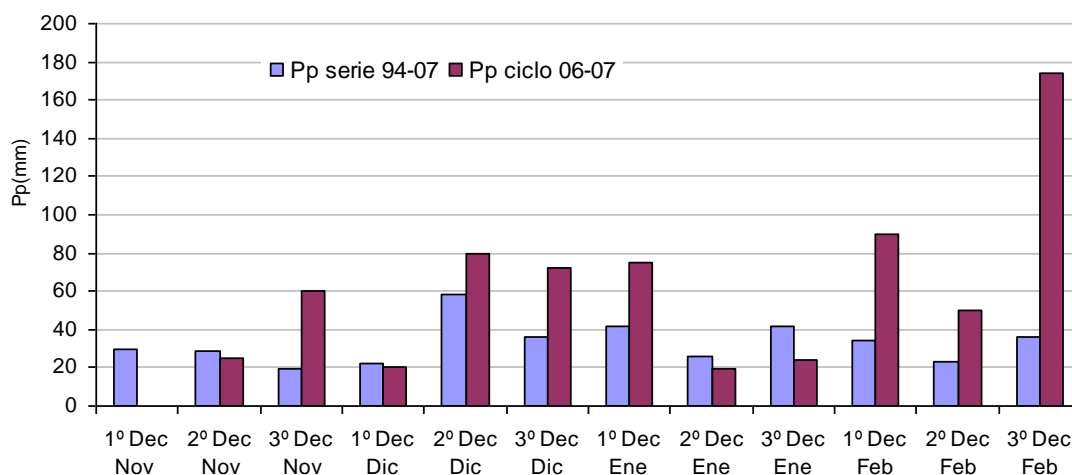


Figura 1: Distribución de las precipitaciones medias decádicas a lo largo de la campaña 06-07 y de la serie 94-07 en la localidad de Laboulaye.

La figura N° 2, muestra la temperatura máxima del aire registrada a intervalos decádicos durante el período de crecimiento del cultivo (06-07) en comparación con una serie histórica de datos (1994-2007). La comparación entre ambos registros reveló una superioridad general de los valores térmicos del ciclo 2006-2007 respecto de los datos históricos, excepto, en la segunda y tercer década de enero, primera y tercer década de febrero donde resultó ligeramente inferior la temperatura máxima anual que la histórica.

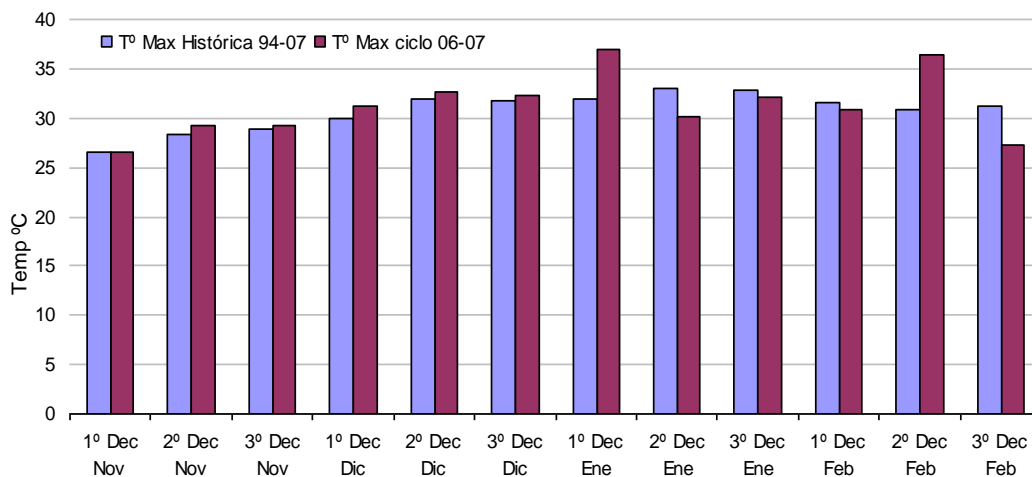


Figura N° 2 Evolución de las temperaturas máximas decádicas durante el ciclo 06-07 y de la serie 94-07 en Laboulaye

La figura n° 3 muestra que durante el ciclo del cultivo la temperatura mínima promedio del año se mostró ligeramente superior si se lo compara con el promedio histórico, sólo en aquellos puntos como la primera década de Noviembre, segunda de enero y segunda y tercera década de Febrero el promedio histórico superó ligeramente al anual.

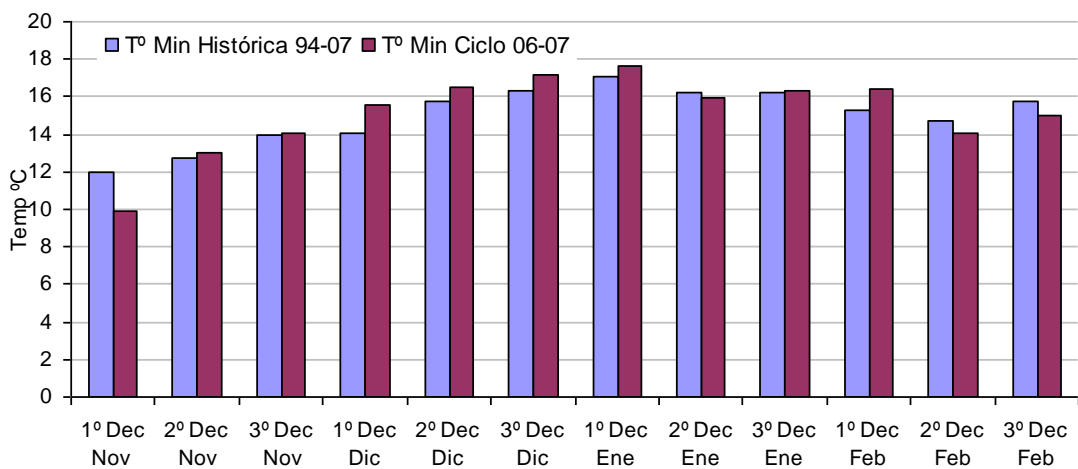


Figura N° 3: Evolución de la temperatura mínima decádicos durante el ciclo 06-07 y la serie histórica 94-07 en Laboulaye.

La figura n° 4 muestra la evolución de la temperatura media registrada durante el ciclo del cultivo de girasol durante la campaña 06-07 con respecto, a la temperatura media histórica (94-07) para dicha localidad en la cual se aprecia que los datos registrados de temperatura media correspondientes a la campaña 06-07 no se desfasan en gran medida del promedio histórico sólo, que desde la segunda década de diciembre hasta la tercer década de enero superó levemente el promedio histórico al promedio de la campaña 06-07.

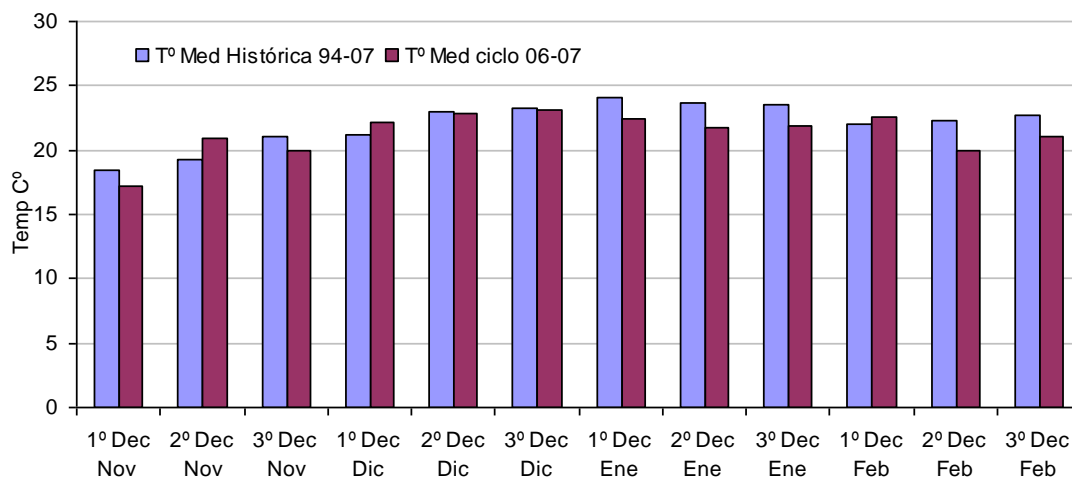


Figura N° 4: Evolución de la temperatura media decádicos durante el ciclo 06-07 y la serie histórica 94-07 en Laboulaye

Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo en Vicuña Mackenna.

En la figura 5 se observa las temperaturas mínimas registradas durante la campaña 06-07 en la localidad de Vicuña Mackenna y el promedio histórico (1994-2007) en intervalos decádicos para la mencionada localidad.

Según lo observado la temperatura mínima promedio registrada desde noviembre a febrero se localiza ligeramente superior en comparación con el promedio histórico para dicha localidad, solo en la primera década de noviembre, segunda década de enero y tercer década de febrero se registró que el promedio anual se encontró por debajo del promedio histórico para dicha localidad

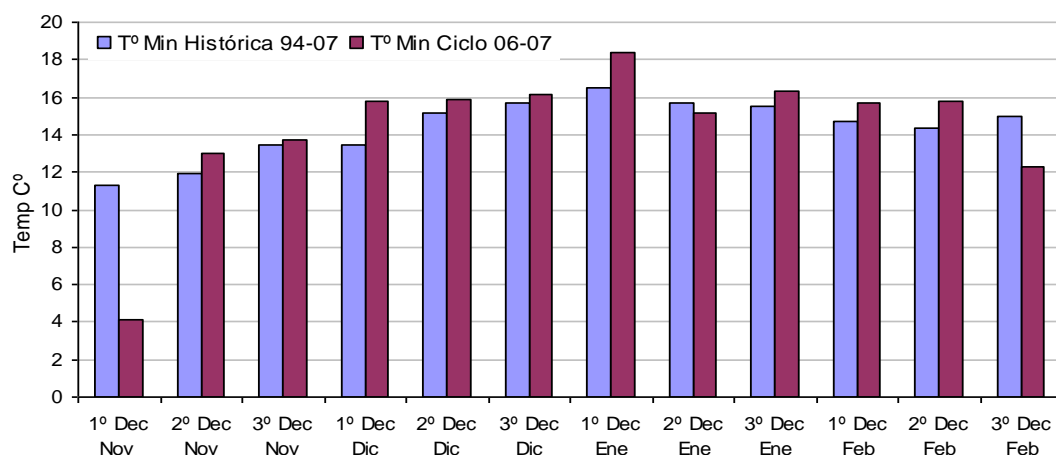


Figura N° 5 Temperatura mínima decádicos durante el ciclo 06-07 y la serie histórica 94-07 en V. Mackenna.

En la figura N° 6 se muestra cómo la temperatura máxima durante el ciclo 06-07 fue similar al promedio de la serie histórica 94-07 para dicha localidad sólo en la segunda década de noviembre, primera década de diciembre, primer y segunda década de febrero la temperatura máxima del ciclo 06-07 se encuentra por encima del promedio de la serie histórica 94-07, en las restantes décadas observadas las temperaturas máximas del ciclo 06-07 se sitúan por debajo del promedio histórico.

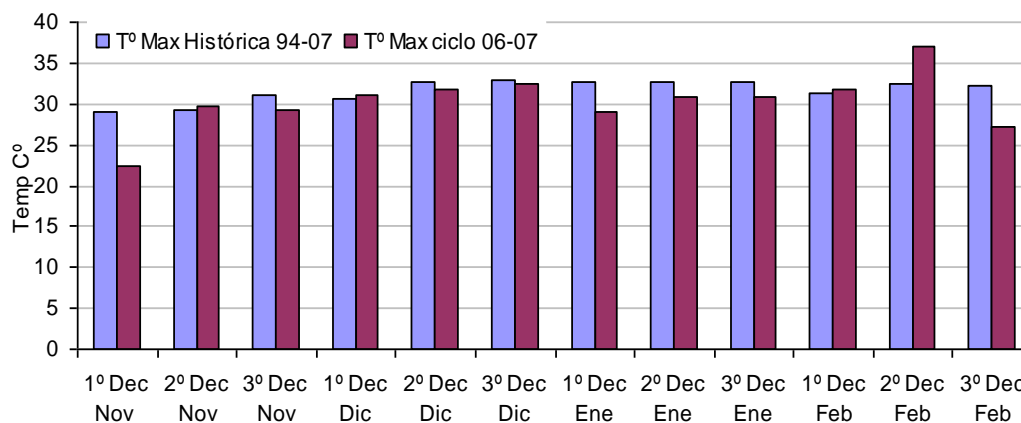


Figura N° 6: Evolución de la temperatura máxima decádicos durante el ciclo 06-07 y la serie histórica 94-07 en Vicuña Mackenna

En la figura N° 7 se puede apreciar la evolución de la temperatura media del ciclo 06-07 para la localidad de Vicuña Mackenna sólo, resultó mayor la temperatura media de la serie 94-07 en la primera década de noviembre y en la última década de febrero siendo la temperatura de la serie 94-07 mayor que la temperatura media del ciclo 06-07, para el resto de las décadas descritas durante el ciclo del cultivo de girasol la temperatura media del ciclo 06-07 se dispersa ligeramente del promedio histórico

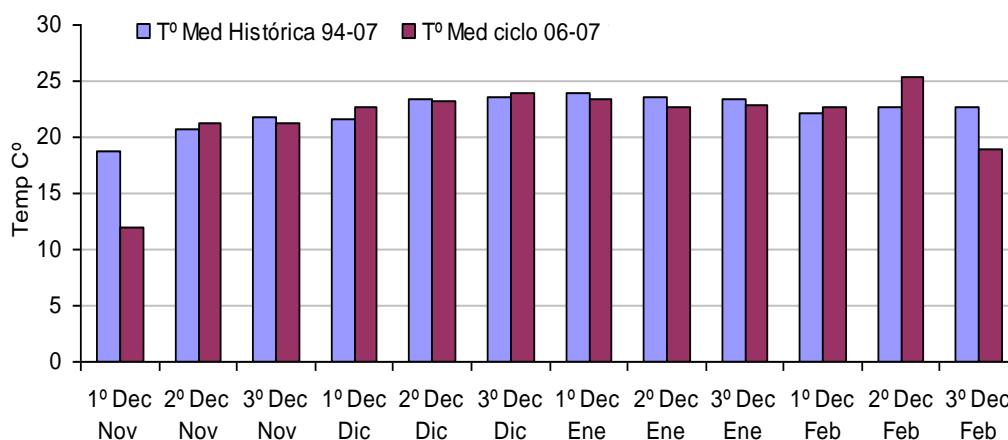


Figura N° 7 Evolución de la temperatura media decádicos en el ciclo 06-07 y la serie histórica 94-07 en Vicuña Mackenna

La figura n° 8 muestra los registros pluviométricos y su distribución durante la estación de crecimiento del cultivo en el ciclo 06-07 en comparación con los datos históricos de la serie 94-07 donde los mayores registros durante el ciclo ocurrieron desde la segunda década de Noviembre y primera de enero con picos de 78 y 147 mm. respectivamente. Cabe destacar que las precipitaciones registradas en los 4 meses considerados sumaron 396 mm., mientras que lo normal para el mismo período en una serie de 13 años fue de 354 mm.

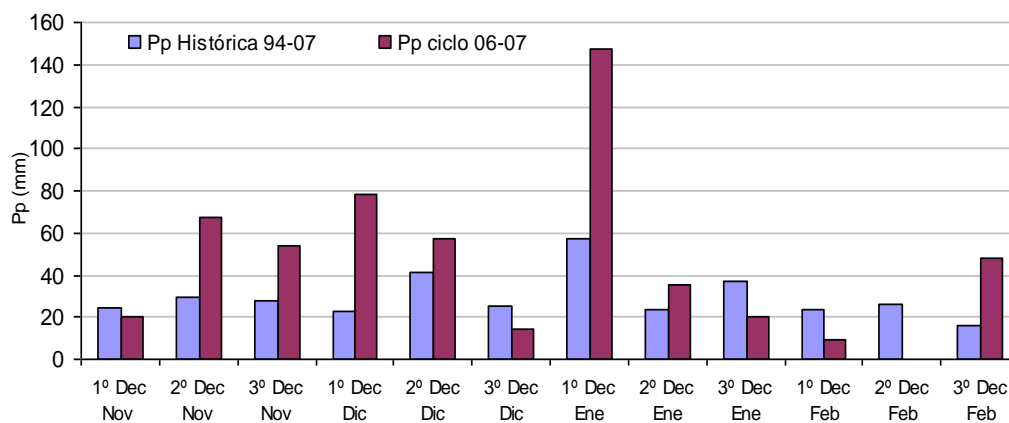


Figura N° 8: Evolución de la precipitaciones decádicas durante el ciclo 06-07 y la serie histórica 94-07 en Vicuña Mackenna

En la figura N° 9 se aprecia que a lo largo del ciclo no hubo grandes variaciones de temperaturas mínimas pertenecientes al ciclo 06-07 de V. Mackenna en comparación con la temperatura mínima en el mismo ciclo pero, de la localidad de Laboulaye, sólo cabe mencionar que durante la primera década de noviembre la temperatura mínima de Vicuña Mackenna fue de 6 grados centígrados menor que la de Laboulaye al igual que lo anteriormente dicho pero, de menor magnitud se observa en las tercer década de Febrero.

Estos datos son relevantes ya que el propósito de este trabajo es evaluar la concentración de ácido oleico en las dos localidades en un genotipo de girasol y la variable que ejerce mayor influencia en la producción de este ácido es la temperatura mínima registrada durante el ciclo, especialmente de floración a madurez fisiológica por lo tanto la escasa variación de ácido oleico en ambas localidades se corrobora en la figura n° 9.

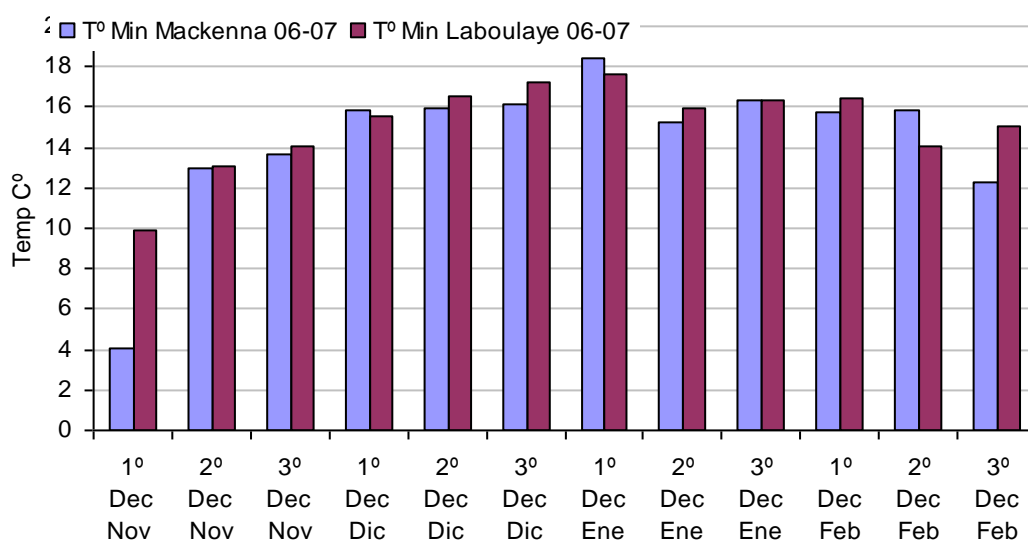


Figura N° 9 Temperaturas mínimas decádicas durante el ciclo 06-07 del cultivo en las localidades de Vicuña Mackenna y Laboulaye.

Rendimiento y sus componentes.

En la tabla N° 1 se muestra el número de aquenios por capítulo, altura de la planta (m), peso promedio de aquenios (gr.), número de plantas a cosecha por ha y rendimiento (kg/ha) en las localidades de V. Mackenna y Laboulaye durante la campaña 2006/2007, con su respectivo valor de probabilidad. En los estadios tempranos del cultivo las condiciones de humedad y temperatura eran las óptimas por lo tanto desde la emergencia y durante las siguientes etapas fenológicas no se registró ninguna disminución del stand de plantas.

Tabla N° 1: Número de aquenios por capítulo, altura de la planta (m), peso promedio de aquenios (gr.), número de plantas a cosecha por ha y rendimiento (kg/ha) en las localidades de V. Mackenna y Laboulaye durante la campaña 2006/2007.

Tabla N° 1	N°Aquenios/ capítulos	Altura Planta m	Peso promedio de aquenio/g	N° plantas a Cosecha/ha	Rend. Kg/ha
V.Mackenna	1018,2 b	1,62 b	0,032a	52275	1252,3
Laboulaye	1264,9 a	1,47 a	0,022a	50369	1239,1
P	0,0325	0,0012	0,9787	Sd	0,9148

Para cada variable letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan (5 %) P= Probabilidad
Sd: Sin dato.

El rendimiento de aquenios (kg/ha) no difirió estadísticamente entre las localidades estudiadas (Tabla N° 1). Los componentes de rendimiento mostraron un efecto compensatorio, Laboulaye tuvo más aquenios por capítulo y una leve tendencia no estadística a menor peso promedio de aquenio, Mackenna tuvo menos aquenios por capítulo, y una leve tendencia no estadística con mayor peso de frutos. El mayor número de aquenios compensó también por un menor número de plantas a cosecha en Laboulaye y viceversa. La altura difirió estadísticamente entre ambas localidades, en Vicuña Mackenna las plantas fueron mas altas respecto a Laboulaye, debido probablemente al efecto del mayor número de plantas que ejerce una competencia intraespecífica (Tabla N° 1).

Los rendimientos obtenidos en los ensayos realizados en Laboulaye y Vicuña Mackenna no mostraron diferencias en el rendimiento pero, si se los compara con los realizados en otras localidades en la misma campaña (ASAGIR 2008), se aprecia que los rendimientos de ambas localidades fueron inferiores a los obtenidos en Huinca Renancó, Bulnes y Manfredi, donde fueron de 2170, 3473, y 3825 kg/ha., respectivamente.

Calidad del aceite

El contenido de aceite comparado con diferentes localidades de la provincia de Córdoba se observó que en Laboulaye, fue del 37%, V. Mackenna 40%, Bulnes 51,6%, Huinca Renancó 44,8% y Manfredi 41,6%. En Bulnes se registró el mayor porcentaje de aceite en cuanto para Manfredi y Mackenna sólo se observa una ligera diferencia quedando Huinca Renancó en una situación intermedia y Laboulaye en último lugar (ASAGIR 2008).

Los resultados de la tabla N° 2 obtenidos en laboratorio mostraron que, la muestra de Laboulaye contenía mayor concentración de cuerpos extraños (5,4), en comparación con la muestra de Vicuña Mackenna en cuanto a la humedad y la concentración de chamico no registró diferencia alguna. La materia grasa y la acidez de la materia grasa registraron una diferencia siendo mayor la materia grasa en la localidad de Vicuña Mackenna (3) pero, fue mayor la acidez de la materia grasa en Laboulaye (0,3).

La concentración de ácido oleico no registró gran variación, solo una pequeña diferencia de 0,385% entre las localidades (Tabla N° 2).

Tabla N° 2: Contenido de ácido graso, cuerpos extraños, materia grasa, acidez de la materia grasa, chamico y porcentaje de humedad pertenecientes a las localidades de Laboulaye y V. Mackenna durante la campaña 2006/2007

Tabla N° 2	Mackenna	Laboulaye
Acido Oleico %	81,2	80,8
Cuerpos Extraños	5	10,4
Materia grasa	40	37
Ac de materia grasa	1,7	2
Chamico	0	0
Humedad %	6	6,1

El ambiente afecta la composición de ácido graso en híbridos tradicionales de girasol. El aumento en el contenido de ácido oleico/linoleico se registró con la temperatura elevada de noche durante el llenado de grano. Esta variable reportó notablemente el aumento de la concentración de ácido oléico/linoleico, en comparación con otras variables (Temperatura media, Temperatura máximas y radiación) que influyen en menor medida (Sobrino *et al*, 2003).

En girasol, el incremento en el porcentaje de ácido oleico se debe al efecto de la temperatura sobre la enzima $\Delta 12$ -oleil PC desaturasa (Garcés y Mancha, 1991, Garcés *et al.*, 1992). Incrementos en la temperatura conducen a una menor actividad total de la

enzima y por ende a incrementos en el porcentaje de ácido oléico a expensas del linoleico (Izquierdo y Aguirrezabal, 2010).

La composición acídica final del aceite se define durante el llenado de los granos y también puede ser afectada por el ambiente. Aunque la radiación interceptada por la planta tiene relación con la composición acídica, el factor ambiental que más la afecta es la temperatura. El aumento de la temperatura nocturna beneficia la síntesis del ácido oleico y disminuye la del ácido linoleico (Izquierdo, 2000).

En este estudio hubo poca variación en las temperaturas mínimas de las dos localidades (Tabla N° 2) sin registrar diferencia en el contenido de ácido oleico para el híbrido evaluado en las dos localidades.

La temperatura mínima nocturna fue identificada como aquella de la que depende principalmente el porcentaje de ácido oleico en el aceite de girasol. En esta especie, algunos autores sugieren que las bajas temperaturas eran las responsables de las variaciones en el porcentaje de ácido oleico (Harris *et al.*, 1978); (Rochester y Silver, 1983) y (Aguirrezabal *et al.*, 2002). En condiciones naturales, las menores temperaturas del día suelen ocurrir durante la noche (Aguirrezabal *et al.* 2002) para ello se concluyó que la temperatura de la noche, y no la mínima diaria es la que se relaciona con los cambios en el porcentaje de este ácido graso. La base bioquímica de este efecto fue especificada posteriormente por (Pleite *et al.*, 2008) quienes reportaron una mayor actividad de la enzima $\Delta 12$ - oleil PC desaturasa durante la noche, respecto del día. Si bien se demostró que la temperatura de la noche es la que determina en gran medida el porcentaje de ácido oleico, es posible utilizar la temperatura mínima diaria como estimador de la misma (Pereyra Irujo y Aguirrezabal, 2007) debido a la alta correlación entre las variaciones de las dos temperaturas que existen en condiciones naturales (Izquierdo y Aguirrezabal, 2010).

Se identificó un período crítico para la determinación del porcentaje de ácido oleico en el aceite de girasol dentro de la etapa de llenado de granos (Izquierdo *et al.*, 2006) observaron que la temperatura durante el período 100-300 °Cdía desde floración (base= 6 °C), era la que mejor explicaba los cambios en el porcentaje de ácido oleico a cosecha. Este período crítico está relacionado con el momento de máxima expresión de la enzima $\Delta 12$ -oleil PC desaturasa, la cual ocurre alrededor del día 20 desde floración (Kabbaj *et al.*, 1996). Debido a que la temperatura nocturna durante el período crítico explicó el porcentaje final de oleico en diversos híbridos (Izquierdo y Aguirrezabal, 2008).

La magnitud del efecto de la temperatura depende del tipo de híbrido, los mayores cambios se han encontrado en híbridos tradicionales, mientras que los alto oléico son, en general, más estables. Los híbridos medio oleicos presentan una respuesta intermedia. (Aguirrezabal *et al.*, 2002). En este estudio el genotipo alto oleico es una de las variables que

condicionó la escasa variación del ácido oleico entre ambas localidades ya que el mismo es muy estable.

La temperatura va a afectar la duración de los períodos de mayor sensibilidad a la radiación para definir no sólo el peso y porcentaje de aceite, sino también la calidad del aceite. Por otro lado, conociendo estos períodos se puede realizar una estimación del rendimiento de aceite y de su calidad previa a la cosecha, estudios realizados consideran que el peso final de los granos y el porcentaje de aceite están relacionados con la cantidad de radiación interceptada por las plantas durante el llenado de los granos pero, el porcentaje permaneció invariable cuando se sometió al cultivo a una reducción del 50% de la radiación interceptada y para que esto ocurra tiene que ser posible mediante métodos artificiales de sombreo ya que tal situación es poco probable de suceder en la naturaleza, (Aguirrezabal *et al.*, 2002).

Incrementos en la radiación interceptada aumentaron el porcentaje de ácido oleico principalmente a expensas de una disminución del porcentaje de ácidos poliinsaturados. Esta respuesta fue observada en girasol, soja y canola (Izquierdo *et al.*, 2009) En girasol, las variaciones en el porcentaje de oleico fueron menores a 13 puntos *versus* 40 puntos por efectos de temperatura. Parte de la variación en el porcentaje de ácidos grasos entre experimentos y tratamientos de radiación solar interceptada en girasol y maíz estuvo explicada por la relación fuente/destino. Por ello, (Izquierdo *et al.*, 2009) propusieron que el efecto de la radiación solar interceptada sobre la composición acídica no estaría mediado por modificaciones en la actividad de las enzimas como ocurre con el efecto de la temperatura, sino que podría estar explicado por la disponibilidad de asimilados para los destinos, pero los mecanismos subyacentes no han sido aún elucidados (Izquierdo y Aguirrezabal, 2010) por lo tanto es una variable a considerar ya que en el ensayo no se evaluó debido a que es poco probable que tal reducción ocurra en la naturaleza.

Conclusión

- Bajo las condiciones climáticas que caracterizan a las localidades de Vicuña Mackenna y Laboulaye en el sur de la provincia de Córdoba no se encontró variación en la concentración de ácido oleico en un híbrido de girasol. La temperatura mínima registrada de noche durante el ciclo del cultivo presentó sólo una ligera diferencia en las dos localidades por lo tanto se concluye en base a lo citado por diferentes autores que la actividad de la desaturasa ($\Delta 12$ -oleil PC desaturasa), la enzima que cataliza la conversión del ácido oleico a linoleico fue prácticamente la misma en ambas localidades.
- No se observaron diferencias en el rendimiento del híbrido de girasol ni tampoco en el contenido de materia grasa. Hubo un cambio compensatorio en los componentes del rendimiento.
- Sería conveniente continuar estos estudios en sitios donde el escenario térmico sea más marcado y posiblemente evidencien efecto sobre el ácido oléico.

Bibliografía

AGENCIA CÓRDOBA S.E. 2003. Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba - Los suelos. Nivel de Reconocimiento Escala 1:500.000., (ISBN: 987-20198-3-5), 571P.

Agüero, M. E, V. R. Pereyra., L. A. N. Aguirrezabal. y J. Lúquez. 2002. Rendimiento de grano y porcentaje aceite de híbridos de girasol alto oleico cultivados en argentina. *Agrociencia XVI* 49-53

Agüero M. E, V. R. Pereyra; L. A. N. Aguirrezabal y J. Lúquez, , 2008 Stability and adaptability of cultivars in non-balaced yield trials comparison of methods for selecting 'high oleic' sunflower hynrids for grain yield and quality *Unidad Integrada Balcarce*.

Aguirrezabal, L. A., N. G. Izquierdo., S. M. Nolazco y G. A. Dosio. 2002. Manual práctico para el cultivo de girasol. Eds Díaz Zorita M y G. Duarte. Editorial Hemisferio sur Pp213-239.

Aguirrezabal L. A. N. y R. V. Pereyra. 1998. Calidad de los productos agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico. Edición de la facultad de ciencias agrarias y de la estación experimental Balcarce del INTA.

Asagir 2008 Red nacional de evaluación de cultivares comerciales de girasol del INTA www.asagir.org.ar/asagir2008/archivos_arcp/200912994816.pdf. Consultado 20/08/10.

Bruniard J. M. 2002. Presente y futuro de la investigación en girasol en Argentina. <http://www.inta.gov.ar/ediciones/ida/oleaginosa/girasol/01pdf>. Consultado 12/03/07.

Canvin, D. 1965. The effect of temperatura on the oil content and fatty acid composition of the oils from several seed corps. *Can. J. Bot.* 43:63-69.

Dombos Jr. D. L. and R.E. Muller. 1992. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temeperature. *Journal of American oil Chemistry* 69(3): 228-231.

Garces, R. and M. Mancha. 1991. In vitro oleate desaturase in developing sunflower seeds. *Phytochemistry* 30: 2127- 2130.

Goyne, P., B. Simpson, D. Woodruff, and J. Churchett. 1979. Environmental influence on sunflowers achenegrowth, oil content and oil quality. *Aust. J. Exp. Agric.* 19:82-88.

Hall, A. 2004. Advances in the physiology of the sunflower crop: A ten year progress report p. 29-42. In *proc Int Sunflower Conf, 16 th, Fargo, ND 29 Aug- 2 sept 2004 Int Sunflower Assoc, Paris.*

Harris, H., R. McWilliam, and W. Mason. 1978. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Aust J. Agric. Res.* 29:1203-1212.

Heyden, S. 1994 Polyunsaturated and monounsaturated fatty acid the diet to prevent coronary heart disease via cholesterol reduction. *Ann. Nutr. Metab.* 38(3): 117 – 122.

Izquierdo N. 2000. Efecto de la temperatura nocturna sobre la composición acídica del aceite de girasol según el genotipo y el momento de incidencia. Tesis de Magíster Scientiae. Curso de Postgrado en producción Vegetal, UNMDP.

Izquierdo, N. G., L. A. N. Aguirrezabal, F. Andrade and M. Cantarero. 2006. Modeling the response of fatty acid composition to temperature in a traditional sunflower hybrid. *Agron. J.* 98: 451-461.

Izquierdo, N.G. and L. A. N. Aguirrezabal. 2008. Genetic variability of the response of fatty acid composition to temperature. *Field Crops Res.* 106: 116-125.

Izquierdo, N. G., L. A. N. Aguirrezabal, F. Andrade, C. Geroudet, M. Pereyra Iraola and O. Valentinuz. 2009. Intercepted sola radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Field Crops Res.* 114: 66-74.

Izquierdo N. y L. Aguirrezabal. 2010. Recientes avances de la ecofisiología de la calidad de aceites. Su aplicación al manejo para obtener aceites de alta calidad para usos específicos. Capítulo 11, en *Avances en ecofisiología de cultivo de granos.* Ed Miralles D.J., Aguirrezabal L, Otegui M.E. Betina C.Kruk y N. Izquierdo. Editotrial FAUBA. Pp: 213-233

Jones, O. 1984. Yield, water-use efficiency and oil concentration and quality of dryland sunflower grown in the Southern High Plains. *Agron. J.* 76:229-235.

Kabbaj, A., V. Vervoort; A. Abbot; M. Tersac and A. Bervillé. 1996. Expression of stearate oleate and linoleate desaturase genes in sunflower with normal and high oleic contents. *Helia* 19: 1-17.

Knothe, G. 2002. Structure indices in FA chemistry. How relevant is the iodine value? *J. Am. Oil Chem. Soc.* 79:847 – 54

Lehninger, A. L., D. L. Nelson and M. M. Cox. 1993 *Lipids. Principles of Biochemistry*:662-665.

Nagao, A. and M. Yamazaki. 1984. Effect of temperature during maturation on fatty acid composition of sunflower seed. *Agric. Biol. Chem.* 48:553-555.

Nagao, A. and M. Yamazaki. 1983. Lipid of sunflower seeds produced in japan *J. Oil Chem. Soc.* 60:1654-1658.

Pereyra –Irujo, G. A. and L. A. N. Aguirrezabal. 2007. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analisis through a simple simulation model. *Agric. Forest. Meteorol.* 143: 252-265.

Pleite, R., D. Rondanini, R. Garcés and E. Martinez-Force. 2008. Day-night variation in fatty acids and lipids biosynthesis in sunflower seeds. *Crop Sci.* 48(5): 1952-1957.

Rochester, C. and J. Silver. 1983. Unsaturated fatty acid synthesis in sunflower (*Helianthus annuus*L) seeds in response to night temperature. *Plant Cell Rep.* 2:229-231.

Rosbasco, I., 2005. Revista Agromensajes de la facultas. Desarrollo de girasoles alto y medio oleico en argentina Cátedra de manejo de cultivos de ciencias agrarias. En <http://www.fc.agr.unr.ar/Extención /Agromensajes/>consultado 17/07/2007.

Robutti, J. L.; R. C. Hosney, C. E. Wasson. 1974. Modified Opaque-2 Endosperm. II. Structure Viewed With A Scanning Electron Microscope. *Cereal Chemistry* 51:173

SAGPyA. 2002 .En Aceite de girasol. Análisis de la cadena alimentaria www.ciaracec.com.ar/ciara/estudio_girasol.htm. Consultado: 14/09/2010.

Santalla, G., I. Riccobene, L. A. N. Aguirrezabal and S. Nolasco. 1995. Influencia de la radiación interceptada durante el llenado de los frutos III. Variaciones de la composición acídica dentro del capítulo. P 15-22. In actas. Congreso Nacional de soja 1st, and Congr Nacional de Oleaginosos, 2nd, Pergamino, Argentina 24-27 Oct 1995 Asociación Ingenieros Agrónomos Norte Buenos Aires, Pergamino

Seiler, G. 1983. Effect of hybrid, flowering date and environment on oil quality of wild sunflower seed. *Crop Sci* 23:1063-1068.

Silver, J., C. Rochester, D. Bishop and H. Harris. 1984. Unsaturated fatty acid synthesis during the development of isolated sunflower (*Helianthus annuus* L) seeds. *J.Exp. Bot* 35:1507-1515.

Sobrino, E., A. Tarquis and M. Cruz Días. 2003. Modeling the oleic acid content in sunflower oil. *Agron. J.* 95:329-334.

Tremolieres, A., J. Dubacq and D. Drapier. 1982. Unsaturated fatty acids in maturing seeds of sunflower and rape: Regulation by temperature and light intensity. *Phytochemistry* 21:41-45.

Vranceanu A.V. 1977. El Girasol. Ed. Mundi Prensa.