

## Acción de las enzimas en la extracción de aceite por solvente

Freccero, E.; Pérez, E.; Nolasco, S. y Crapiste, G.<sup>1</sup>

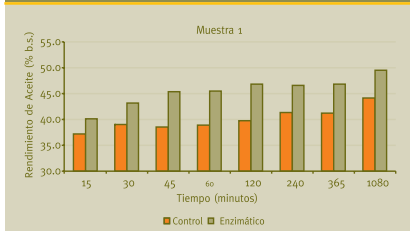
Facultad de Ingeniería – UNCPBA- Grupo TECSE – Av. Del Valle 5737 – B7400 JWI - Olavarría. <sup>1</sup>PLAPIQUI (UNS – CONICET), Camino de la Carrindanga 7 Km CC 717, 8000 Bahía Blanca, Argentina. Tel: (0291) 4861700, Fax: (0291) 4861600.

Uno de los principales objetivos en la industria oleaginosa es la optimización del proceso de extracción de aceite. Si bien existe numerosa bibliografía al respecto, aún continúa la búsqueda de tecnologías que reduzcan el consumo energético, sean más seguras para el medio ambiente y el ámbito laboral. Para facilitar la obtención del aceite se recurren a pretratamientos para romper y/o degradar la estructura celular y así facilitar no sólo la liberación del aceite de los cuerpos lipídicos sino además el acceso del solvente. En las últimas décadas se ha propuesto la utilización de enzimas en la extracción de aceite en medio acuoso. La utilización de agua como solvente de extracción resulta, para el medio ambiente y laboral, no perjudicial y menos costoso. Aunque el aceite no posee afinidad química por el solvente en este medio, se libera de la estructura original por disolución de componentes solubles en el agua y la degradación de las paredes celulares por acción de las enzimas, lográndose simultáneamente la recuperación de aceite y proteína. Aún así, presenta desventajas como costos energéticos adicionales para asegurarse un tamaño de partícula apropiado para la acción de la enzima, separación del aceite de la emulsión formada, el secado de la harina a humedades adecuadas para almacenamiento o posterior extracción por solvente y tiempo involucrados en la etapa de maceración. Por tal motivo, este trabajo estuvo centrado en la aplicación enzima (pectinasa) y extracción simultánea por

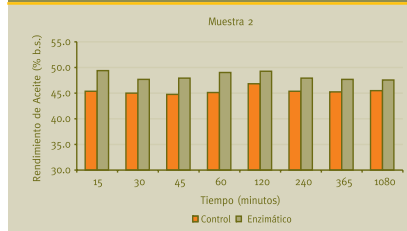
solvente del aceite. Se estudió la cinética de extracción de aceite de en un mezcla comercial de granos de girasol y un híbrido de cáscara negro (*Paraíso 20*), observó la influencia de la materia prima en la extracción del aceite y de los tocoferoles en el tiempo. Los ensayos fueron llevados a cabo con una mezcla comercial de granos de girasol (Muestra 1) provista por una industria aceitera y un híbrido de cáscara negra (*Paraíso 20*, Muestra 2) provisto por el INTA-Balcarce. Se procedió a la limpieza manual de las muestras y se refrigeraron hasta el momento de su uso. Se caracterizaron inicialmente, determinándose: contenido de humedad, aceite, fibras y proteína según métodos oficiales. Los granos fueron molidos acotando el tamaño de partícula a 1,00 – 0,42 mm. El contenido de humedad se ajustó para que luego de la aplicación de la solución de enzima alcanzara 11,5-12,0 % (en base húmeda). La enzima utilizada fue pectinasa, se roció sobre la muestra manteniendo una relación enzima: harina del 2 % m/m. Se mantuvo el pH natural de las muestras (5-6), coincidente con el óptimo para la actividad enzimática. Las extracciones de aceite se llevaron a cabo en un sistema batch agitado a una temperatura de 50 °C. El solvente utilizado fue n-hexano grado técnico, fijándose una relación sólido: solvente 1:17. Se determinó gravimétricamente el contenido de aceite de la miscela obtenida a tiempos de extracción preestablecidos. La cantidad de aceite extraído se expresó como kg de



**Figura 1** Rendimiento de aceite de la Muestra 1 obtenido en función del tiempo



**Figura 2** Rendimiento de aceite de la Muestra 2 obtenido en función del tiempo



aceite/kg sólido inerte, es decir la muestra desgrasada y en base seca. El aceite obtenido se reservó para determinar luego el contenido de tocoferoles por HPLC. Las experiencias se llevaron a cabo por triplicado y se realizó bajo las mismas condiciones muestras sin tratamiento enzimático (muestra control). La composición resultó: Humedad, 5,1y 6,03; Aceite , 41,2 y 46,5, Proteína, 32,0 y 29,5; Fibra Bruta, 31,3 y 24,3; FDN 49,1 y 41,6; FDA, 46,4 y 40,1; Lignina 8,5 y 7,9; Celulosa, 37,8 y 32,2; Hemicelulosa, 2,7 y 1,5, expresados todos como porciento en base seca de las Muestra 1 y 2, respectivamente. En la **Figuras 1 y 2** se muestra los rendimientos de los aceites (expresados en base seca) obtenidos en los distintos tiempos de extracción para ambas muestras. Pudo observarse un efecto positivo en el aumento del rendimiento de

aceite en ambas muestras. En promedio para todos los tiempos ensayados se obtuvo un incremento del 13,6 % para la muestra 1 y 6,4 % para la Muestra 2. La influencia de la enzima pectinasa fue mayor para la Muestra 1, este efecto se pudo haber debido a su diferencia en composición. El estudio se completa con el informe de la variación de la composición de tocoferoles que también aumenta. En conclusión, el tratamiento enzimático simultáneo en la extracción influye en el rendimiento final y de tocoferoles. Sería de interés analizar el efecto que producirían otras enzimas que modifiquen la estructura celular del grano. Este trabajo aporta resultados que podrían ser empleados en la industria aceitera para optimizar tiempos de extracción, rendimiento y calidad de los aceites de girasol.

## Descascarado de granos de girasol: aplicación de desecante y secado artificial



Montini, M.<sup>1</sup>; Flores, M.<sup>2</sup>; De Figueiredo, A.K.<sup>1</sup>; Riccobene, I.C.<sup>1</sup>;  
Aguirezabal, L.A.N.<sup>2</sup>; Quiroz, F.<sup>2</sup> y Nolasco S.M.<sup>1\*</sup>

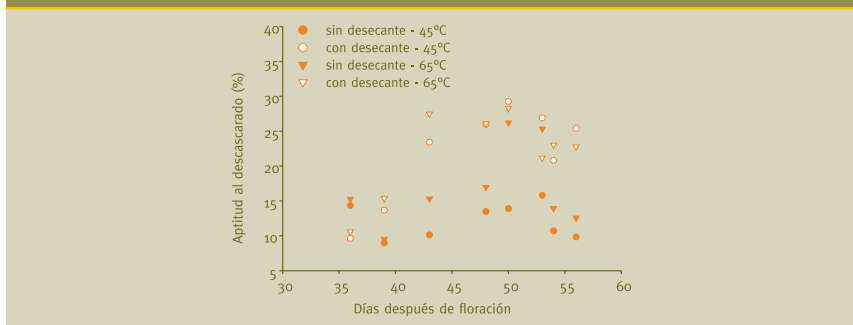
<sup>1</sup>TECSE, Fac.de Ing. (UNCPBA). Av. del Valle 5737, B7400JW Olavarría, Bs. As., Argentina.

<sup>2</sup>Fac. de Cs. Agr.(UNMdP)-EEA INTA Balcarce. \*snolasco@fio.unicen.edu.ar

**E**l descascarado parcial de granos de girasol, requerido comúnmente en la industria aceitera, incide sobre el rendimiento industrial y la calidad de los productos. El contenido de humedad de los granos influye en la facilidad con que la cáscara se fractura y separa (Riccobene *et al.*, 2001). Por ello, los granos son sometidos a un secado artificial antes de ingresar al proceso de descascarado. Montini *et al.* (2006) informaron que la humedad de cosecha afectaría la aptitud al descascarado de los granos de girasol. La aplicación de desecantes al cultivo antes de madurez fisiológica se efectúa para evitar mayores pérdidas en cultivos afectados por la podredumbre húmeda del capítulo, adelantar cosecha en cultivos de girasol en inter-siembra con soja resistente a glifosato y en cultivos muy enmalezados (facilitar la cosecha sin efecto de humedad). La aplicación de desecante acelera el secado de la materia verde permitiendo una cosecha precoz. El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de la aplicación de desecante al cultivo (antes de madurez fisiológica) y su interacción con las condiciones de secado artificial de los granos sobre la facilidad a descascarse de un híbrido de girasol. Se trabajó con el híbrido de girasol alto oleico de cáscara negra *SPS 3140 (SPS)*. El híbrido fue cultivado, en condiciones hídricas y minerales no limitantes, en Balcarce (fecha de siembra 19/10/05), empleando un diseño de bloques aleatorizado con tres re-

peticiones. Se realizó un tratamiento testigo (T) y uno con desecante (D, Diazquat) aplicado aproximadamente diez días antes de madurez fisiológica. Para cada tratamiento se efectuaron cosechas, en forma manual, a diferentes fechas antes y después de la maduración fisiológica hasta aproximadamente 12 % de humedad. De cada capítulo se separaron los granos entre los círculos 3 y 16 contando desde la periferia del mismo. Se determinó el peso seco por grano. Cada muestra se dividió en dos fracciones, una se secó en estufa de circulación forzada (45 °C) y la otra en equipo de secado en capa delgada (65 °C) hasta una humedad del grano de 6-7 % (base seca). El acondicionamiento suave a 45 °C pretendió disminuir la humedad del grano sin modificar sus características, mientras que el realizado a 65 °C tuvo como finalidad reproducir las condiciones utilizadas en planta de proceso. En todas las muestras se determinó su humedad (ASAE). En las muestras acondicionadas se cuantificó el porcentaje de cáscara (separación manual) y la aptitud al descascarado (equipo piloto, ruptura por impacto, velocidad 3300 rpm). La aptitud al descascarado se calculó como la relación porcentual entre el porcentaje de cáscara extraído mecánicamente y el contenido total de cáscara del grano. La madurez fisiológica se produjo a 44 y 43 días después de floración, en T y D respectivamente. El contenido de cáscara del grano (base seca) fue mayor en el tratamiento D respecto

Figura 1 Aptitud al Descascarado de un híbrido de girasol vs días después de floración para tratamiento testigo (sin desecante y D (con desecante), muestras secadas a 45°C y a 65°C



a T, tendiendo a valor constante luego de madurez fisiológica ( $24,4 \pm 0,5 \%$  y  $23,1 \pm 0,4 \%$ , respectivamente). Así mismo, se observó mayor peso por grano en el tratamiento T respecto a D. Después de madurez fisiológica estos fueron  $50,1 \pm 2,4 \text{ mg}$  y  $46,7 \pm 3,5 \text{ mg}$ , respectivamente. Para todos los tratamientos realizados no se detectó relación significativa entre aptitud al descascarado y peso por grano. Para ambos tratamientos de secado artificial ( $65 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ ), la aptitud al descascarado fue mayor en los granos provenientes de plantas tratadas con desecante (**Figura 1**), coincidente con un mayor contenido de cáscara. En todos los tratamientos luego de madurez fisiológica la aptitud al descascarado aumentó hasta un máximo y posteriormente disminuyó, similar a lo observado por los autores en trabajos anteriores (Montini *et al.*, 2006 y datos no publicados). En T, para igual día después de floración, la aptitud al descascarado de los granos acondicionados con aire a  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  fue menor que la de los granos procesados a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , mientras que en D, las diferencias entre ambos tratamientos fueron bajas. Estos primeros resultados sugieren que la aplicación de desecante en las condiciones realizadas facilita la eli-

minación de la cáscara de los granos de girasol con menores requerimientos de secado artificial. Mayores investigaciones sobre la temática (repeticiones de ensayos a campo, análisis de otros híbridos, variación en las condiciones de tratamiento) serían necesarias para confirmar las tendencias observadas. Este trabajo sugiere que es importante investigar conjuntamente el efecto de efectos precosecha (durante la producción primaria) y de tratamientos poscosecha sobre la calidad de granos ya que estos pueden interactuar, existiendo escasos antecedentes de esta aproximación conjunta en la literatura.

#### Bibliografía:

- Montini, M.; Flores, M.; de Figueiredo, A.K.; Riccobene, I.; Aguirrezábal, L.; Nolasco, S.M. 2006. Influencia de la humedad de cosecha sobre la aptitud al descascarado de un híbrido de girasol. Resumen Actas Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba p.185.
- Riccobene I.C., Fernández M.B. y Nolasco S.M. 2001. Efecto de la humedad de la semilla en la aptitud al descascarado de frutos de girasol, Información Tecnológica, Vol 12 No:1, p.3-8.



## Hacia una diferenciación del aceite de girasol: calidad de granos y aceites en diferentes zonas de la región girasolera

Peper, A.<sup>1</sup>; Nolasco, S.<sup>2</sup>; Tomás, M.<sup>3</sup>; de la Vega, A.<sup>4</sup> y Aguirrezábal, L.<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Monsanto Argentina S.A.I.C. <sup>2</sup>Fac. Ing. Qca, UNCPBA. <sup>3</sup>CIDCA, UNLP, <sup>4</sup>Advanta Semillas SAIC <sup>5</sup>Unidad Integrada Balcarce (UNMdP-INTA). \* [aguirre@mdp.edu.ar](mailto:aguirre@mdp.edu.ar).

La demanda de industriales y consumidores por obtener granos y aceites de girasol con calidades adaptadas hacia diferentes usos ha crecido en los últimos años, generándose un avance importante en el conocimiento de los factores que determinan los parámetros vinculados a la calidad de granos y aceites de girasol (Aguirrezábal y Pereyra, 1998; Aguirrezábal et al., 2002). La región girasolera argentina ocupa actualmente zonas con características agroecológicas muy diferentes. A pesar de ello, no se conoce para varios de los parámetros que definen la calidad si pueden ser afectados por el cultivar y/o la zona de cultivo, existiendo escasas referencias bibliográficas al respecto. El objetivo de este trabajo fue investigar el efecto del cultivar y de la zona de cultivo en características que definen la calidad de granos y aceites (Tabla 1).

Se sembraron los cultivares *DK3820*, *DK3920* y *DK3880 CL* (seleccionados por poseer porcentaje de aceite máximo contrastantes) en 11 localidades de la región girasolera argentina utilizando un diseño en franjas, considerando a las localidades como repeticiones dentro de cada zona. En los granos cosechados se determinaron los parámetros de calidad de granos y aceites. Los datos se analizaron para las zonas Norte (2 localidades), Oeste (4 localidades) y Sur (5 localidades) definidas en [www.asagir.org.ar](http://www.asagir.org.ar). No se detectó interacción significativa zona por culti-

var para ninguna de los parámetros de calidad analizados ( $p > 0,234$ ). El porcentaje de aceite fue menor y el de proteína mayor en la zona Norte. Los porcentajes de ácidos grasos saturados y de ácido linoleico fueron superiores en las zonas Oeste y Sur con respecto a la zona Norte, la cual registró el mayor valor para ácido oleico.

En la zona Norte, la estabilidad oxidativa y la concentración de fosfolípidos fueron superiores mientras que la concentración de tocoferoles fue menor que en la zona Sur, y similar a la zona Oeste. Es de destacar que, la estabilidad oxidativa se relacionó con el porcentaje de ácido oleico ( $r=0,663$ ,  $p < 0,001$ ) pero no así con la concentración de fosfolípidos ( $p=0,584$ ) ni de tocoferoles ( $p=0,191$ ). Los residuales de la relación entre porcentaje de ácido oleico y estabilidad oxidativa tampoco se encontraron relacionados con la concentración de fosfolípidos ( $p=0,588$ ) ni de tocoferoles ( $p=0,944$ ). La aptitud al descascarado fue superior en la Zona Norte, sin diferencias entre las otras dos zonas, no encontrándose diferencias significativas en el porcentaje de cáscara ni de ceras entre zonas.

No se encontraron diferencias significativas entre híbridos en estabilidad oxidativa, porcentaje de ácido oleico y de saturados ni en fosfolípidos. Así mismo, el híbrido *DK3820*, que presentó mayor porcentaje de aceite, mostró una menor

**Tabla 1** Valores medios de diferentes parámetros de calidad de granos y aceites para tres zonas agroecológicas y tres híbridos. Entre zonas y entre híbridos, valores seguidos por similar letra no difieren estadísticamente (p20.1)

Parámetro de calidad	Zona Agroecológica			Promedio	Híbridos			
	norte	oeste	sur		DK3820	DK3920	DK3880	Promedio
Aceite (%)	44,9 B	48,6 A	48,5 A	47,86	50,49 A	48,26 B	44,83 C	47,86
Proteínas (%)	20,4 A	16,6 B	15,5 B	16,81	16,07 B	16,18 B	18,17 A	16,81
Ácidos grasos saturados (%)	5,08 C	8,31 B	9,50 A	8,27	7,86 A	8,42 A	8,52 A	8,27
Ácido linoleico (%)	42,0 B	65,4 A	67,9 A	62,29	67,72 A	59,44 B	59,70 AB	62,29
Ácido Oleico (%)	52,2 A	27,0 B	24,6 B	30,53	25,52 A	33,74 A	32,32 A	30,53
Estabilidad oxidativa (horas)	21,1 A	15,9 B	15,5 B	16,65	16,41 A	16,44 A	17,12 A	16,65
Tocoferoles (µg gr aceite <sup>-1</sup> )	592 B	644 B	748 A	682	617 B	704 A	726 A	682
Fosfolípidos (porcentaje en masa)	0,20 A	0,17 AB	0,09 B	0,14	0,15 A	0,10 A	0,16 A	0,14
Ceras (µg kg aceite <sup>-1</sup> )	901 A	947 A	1026 A	975	1065 A	973 AB	886 B	975
Cáscara (%)	25,2 A	25,3 A	26,5 A	25,85	22,74 B	26,81 A	28,02 A	25,85
Aptitud al descascarado (%)	45,4 A	28,2 B	29,9 B	32,08	25,22 B	35,62 A	35,40 A	32,08

concentración de tocoferoles. No obstante, la máxima estabilidad oxidativa (22 h) se alcanzó con aceites que presentaron diferentes porcentaje de ácido oleico para diferentes cultivares, sugiriendo que diversos factores o su interacción podrían intervenir en su determinación. La mayor concentración de ceras en aceite y la menor aptitud al descascarado se asociaron a menor porcentaje de cáscara y mayor porcentaje de aceite.

El trabajo realizado fue efectuado sobre tres cultivares producidos por la misma empresa semillera. Estos mostraron diferencias en varios de los parámetros de calidad investigados lo que sugiere que no estaban estrechamente emparentados. En esta investigación, se estudiaron por primera vez las variaciones en los parámetros de calidad de granos y aceites producidos en diferentes zonas de nuestro país.

Los resultados sugieren que para numerosos usos los granos y aceites provenientes de Norte de Argentina poseen una mejor calidad. Además, se identificó al tenor porcentual de ácido oleico como un determinante mayor de la estabilidad oxidativa.

#### Bibliografía:

- Aguirrezábal, L.A.N. , Izquierdo, N.G., Nolasco, S.M. y Dosio, G.D. 2002. Calidad. En «Manual práctico del cultivo de girasol» Eds. M. Díaz Zorita y G. Duarte. Editorial Hemisferio Sur. 32pp pp.213-239.
- Aguirrezábal, L.A.N. y Pereyra, V.R. 1998. Girasol. En «Calidad de productos agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico» Aguirrezábal, L.A.N. y Andrade, F.H. (Eds.). Editorial Unidad Integrada Balcarce- Ediciones técnicas Morgan-Publicaciones Nidera. 140-185.



## Calidad de aceite de girasol para la producción de biodiesel en Argentina: estudio por simulación

Pereyra Irujo, G.<sup>1</sup>; Covi, M.<sup>2</sup>; Izquierdo, N.<sup>1</sup>; Nolasco, S.<sup>3</sup>; Quiroz, F.<sup>1</sup>; Lúquez, J.<sup>1</sup> y Aguirrezábal, L.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Unidad Integrada Balcarce (UNMDP-INTA), <sup>2</sup> FCEyN-UBA, <sup>3</sup> FI-UNCPBA.  
\* [laguirre@mdp.edu.ar](mailto:laguirre@mdp.edu.ar)

**E**l biodiesel es un combustible compuesto por ésteres de ácidos grasos de origen natural. Su creciente uso ha motivado en muchos países la creación de estándares de calidad para su comercialización. Estos estándares incluyen parámetros que dependen de la materia prima utilizada, de la calidad del proceso de producción del combustible, de su almacenamiento o de su manipulación. La composición ácida del aceite de girasol es la característica que determina en mayor medida su aptitud como materia prima para la producción de biodiesel.

El objetivo de este trabajo fue analizar, mediante un modelo de simulación, la variación en distintas zonas del país, para cuatro cultivares, de algunas de las principales características de calidad del biodiesel que dependen de la materia prima: densidad, viscosidad, valor calorífico, índice de iodo (medida de la insaturación total, relacionada a la estabilidad) y número de cetanos (medida de la performance de la ignición). Se utilizó un modelo simple que simula el rendimiento y la calidad del aceite de girasol en condiciones no limitantes (Pereyra Irujo y Aguirrezábal, 2007), modificado para predecir la fenología y la composición ácida del aceite para tres cultivares tradicionales con distinta respuesta a la temperatura, y para un cultivar «alto oleico» (Izquierdo, 2007). Se utilizó una base de datos climáticos (promedio de los años 1991-2000) para 50 localidades de la Argentina, abarcando toda la región girasoleira. Las fechas de siembra y densidades fue-

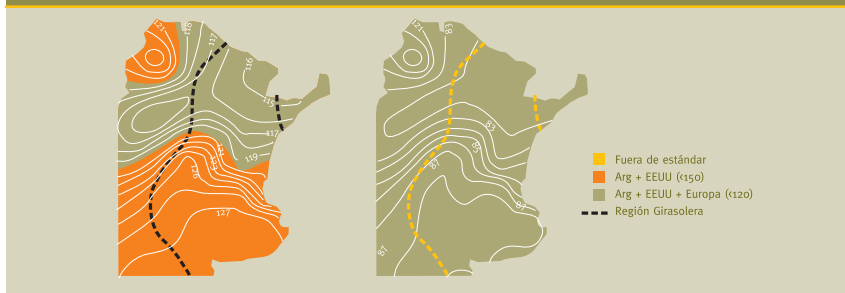
ron las consignadas dentro del Protocolo de organización y conducción de ensayos de la Red Nacional de Cultivares Comerciales de Girasol (INTA-ASAGIR). A partir de los datos de composición ácida obtenidos con el modelo, se utilizaron las ecuaciones de Van Gerpen et al., (2004) para calcular densidad, valor calorífico, número de cetanos y viscosidad cinemática del biodiesel [utilizando valores individuales para cada éster, informados por Knothe et al., (2003) para cetano y por Knothe y Steidley (2005) para viscosidad cinemática]. El índice de iodo del biodiesel se calculó según norma de la AOCS y Knothe (2002). Los valores para cada localidad fueron interpolados para obtener mapas de cada variable.

Para cualquier cultivar, zona y fecha de siembra los valores estimados de densidad, valor calorífico y viscosidad cinemática fueron poco variables y estuvieron en todos los casos dentro de valores aceptables según los estándares de calidad de los Estados Unidos (ASTM D 6751), Europa (EN 14213 y EN 14214) y Argentina (IRAM 6515-1)

Para el cultivar «alto oleico», el índice de iodo (**Figura 1, derecha**) y el número de cetanos estimados mediante el modelo estuvieron también, en todos los casos, dentro de los estándares mencionados anteriormente.

Para los cultivares tradicionales, los valores estimados de número de cetanos e índice de iodo variaron según el cultivar, la zona y la fecha de siembra. En la mayoría de los

**Figura 1** Valores de índice de yodo estimados para el cultivar tradicional MG2 (izquierda) y para el cultivar «alto oleico» *Trisol 600* (derecha), para una fecha de siembra tardía. En verde están indicadas las zonas donde se obtendrían aceites aptos para la producción de biodiesel según las tres normas analizadas. En naranja se indican las zonas en las que sólo se cumplirían los estándares de la Argentina y los Estados Unidos. No se obtuvieron valores de índice de yodo fuera de estándar para estos cultivares y estas fechas de siembra



casos estuvieron dentro de los límites establecidos en las normas de Argentina y Estados Unidos. Solamente el híbrido *Paraiso 20* sembrado en el sudeste de Buenos Aires produciría un aceite de calidad no apta para la producción de biodiesel según estas normas. Por otro lado, el híbrido MG2 en siembra tardía en la región norte permitiría obtener, a partir de su aceite, biodiesel comercializable según las tres normas analizadas (**Figura 1, izquierda**). Para el híbrido *ACA885* se obtuvieron valores intermedios entre los de los otros dos híbridos.

Estos resultados simulados sugieren que, para las características de calidad exploradas: a) el aceite proveniente de cultivares «alto oleico» sería apto para la obtención de biodiesel, independientemente de las condiciones de cultivo; y b) el aceite proveniente de cultivares tradicionales permitiría obtener biodiesel sólo apto para la comercialización según normas de Estados Unidos o similares, mientras que ciertos cultivares, zonas y fechas de siembra permitirían obtener un producto dentro de los límites establecidos en los estándares europeos. La validez de estas conclusiones podría ser confirmada a través del análisis químico

de muestras de un número relativamente bajo de ensayos a campo de cultivares, localidades y fechas de siembra, seleccionados a partir de las simulaciones.

#### Bibliografía:

- Izquierdo, N.G. 2007. Factores determinantes de la calidad de aceites en diversas especies. Tesis Doctoral, FCA-UNMDP.
- Knothe, G. 2002. Structure indices in FA chemistry. How relevant is the iodine value? *JAOCS* 79: 847-854.
- Knothe, G. y K.R. Steidley. 2005. Kinematic viscosity of biodiesel fuel components and related compounds. Influence of compound structure and comparison to petrodiesel fuel components. *Fuel* 84: 1059-1065.
- Knothe, G., A.C. Matheaus y T. W. Ryan III. 2003. Cetane numbers of branched and straight-chain fatty esters determined in an ignition quality tester. *Fuel* 82: 971-975.
- Pereyra Irujo, G.A. y L.A.N. Aguirrezábal. 2007. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. *Agricultural and Forest Meteorology* 143: 252-262.
- Van Gerpen, J., B. Shanks, R. Pruszek, D. Clements y G. Knothe. 2004. Biodiesel analytical methods. National Renewable Energy Laboratory. U.S. Department of Energy.





## Proteínas y lecitinas de semillas de girasol: aplicaciones en el desarrollo de nuevas tecnologías

Petrucelli, S.; Mauri, A.; Molina Ortiz, S.; Tomas, M.;  
Salgado, P.; Lareu, F.; Cabezas, D.; Circosta, A.

CIDCA-Fac. Cs. Exactas - UNLP - CONICET.  
Financiación- PICTO-ASAGIR-13156.

**E** l proyecto consta de 3 partes:

**1.** «Proteínas de Girasol: Obtención, caracterización y aplicación en la industria alimentaria.»

**2.** «Obtención de lecitinas de girasol modificadas y sus aplicaciones como agentes emulsionantes y antioxidantes»

**3.** «Optimización de un protocolo de transformación génica de girasol a a partir de ápices de tallo adaptable a distintos genotipos».

### **1. «Proteínas de Girasol: Obtención, caracterización y aplicación en la industria alimentaria.»**

Las proteínas de origen vegetal son mucho más económicas que las de origen animal, sin embargo en la actualidad sólo las proteínas de soja son ampliamente utilizadas en la formulación de alimentos para personas. Las proteínas de girasol poseen una buena calidad nutricional y características estructurales similares a las de las proteínas de soja, por lo que podrían utilizarse en la obtención de productos de mayor valor agregado. Para ello es necesario contar con procesos que permitan aislar y modificar las proteínas presentes en el pellet. A diferencia de la soja, el girasol posee compuestos fenólicos que le otorgan un color oscuro y afectan las propiedades

funcionales de las proteínas. Los fenoles pueden eliminarse por tratamientos con distintos solventes. El objetivo de esta parte del proyecto fue desarrollar un método para obtener proteínas de girasol con un bajo contenido de fenoles y analizar sus propiedades a fin de evaluar cuáles serían sus posibles aplicaciones en la industria alimentaria.

En el laboratorio se desarrolló un método que permite obtener concentrados y aislados de proteínas de girasol a partir de pellets provenientes de una industria local cuyo contenido de fenoles se redujo en un 90%. Estos resultados pudieron ser escalados a nivel de planta piloto, lográndose resultados similares con un rendimiento promedio en proteínas del 15%.

Los aislados de girasol estudiados presentaron valores de solubilidad en agua similar a la de un aislado nativo de soja, baja capacidad espumante pero sus propiedades emulsificantes fueron buenas. También se pudieron obtener películas y bandejas biodegradables, con potencial uso en packaging de alimentos. Actualmente se están estudiando otras propiedades funcionales (capacidad de retención de agua, capacidad de formar geles) y las condiciones de almacenamiento óptimas. También se está evaluando la posibilidad de mejorar la funcionalidad de estas proteínas mediante diversos tratamientos.

## 2. «Obtención de lecitinas de girasol modificadas y sus aplicaciones como agentes emulsionantes y antioxidantes».

Las lecitinas, subproducto de la industria aceitera, están constituidas principalmente por fosfolípidos. Se realizó un fraccionamiento de lecitinas de girasol con etanol absoluto, obteniéndose una fracción que mostró un incremento notorio en la capacidad de estabilizar emulsiones aceite-agua y un retardo en el proceso oxidativo de aceites de girasol. Este resultado, sumado a la importancia fisiológica de los fosfolípidos, le otorga a las lecitinas investigadas un alto potencial como aditivo alimentario de uso industrial.

## 3. «Optimización de un protocolo de transformación génica de girasol a partir de ápices de tallo adaptable a distintos genotipos».

Girasol (*Helianthus annuus*) es uno de los cultivares más importantes tanto en

nuestro país como a nivel mundial. Un método de transformación de esta especie es una poderosa herramienta para introducir genes de resistencia, mejorar su balance oleico, o para estudios genómicos y proteómicos. Empleando distintos explantos (hemiembriones, hipocotilos, cotiledones, ápices de tallos enteros y cortados longitudinalmente) se optimizó un protocolo de regeneración *in vitro* de girasol. Los mejores resultados se obtuvieron con los ápices de tallo obtenidos de plántulas germinadas 5-7 días, empleándose dos medios de cultivo: inducción de tallos (26-30 días), y elongación de tallos y raíces (15 días), lográndose semillas viables 30 días después de la rusticación. Los ápices de tallo son infectados mucho más fácilmente por el *Agrobacterium* conteniendo GUS-intrón que los hemiembriones y cotiledones, obteniéndose casi un 80% de explantos GUS positivo. Actualmente se está analizando la presencia del transgén en la generación T1 y se está trabajando en las condiciones de selección del tejido transformado.



## Materiales biodegradables obtenidos a partir de proteínas de girasol con potencial uso en *packaging* de alimentos

Salgado, P.R.<sup>1</sup>; Schmidt, V.C.R.<sup>2</sup>; Molina Ortiz, S.E.<sup>1</sup>;  
Laurindo, J.B.<sup>2</sup>; Petruccelli, S.<sup>1</sup> y Mauri, A.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA)-CONICET-UNLP. Calle 47 y 116 s/n. La Plata. <sup>2</sup>Laboratório de Propiedades Físicas de Alimentos (PROFI), Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, C.P. 476, 88040-900 Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

Las consecuencias ambientales del uso extensivo de plásticos sintéticos derivados del petróleo promovió el interés en desarrollar materiales biodegradables formulados a partir de polímeros agroindustriales, provenientes de fuentes renovables, abundantes y de bajo costo. La aplicación de proteínas de girasol con esta finalidad se presenta como una alternativa interesante para aumentar el uso de estas proteínas actualmente subutilizadas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la capacidad de proteínas de girasol para formar materiales rígidos y flexibles aplicables en *packaging* de alimentos: - PELÍCULAS COMESTIBLES. Se estudió el efecto de la concentración de proteínas y de fenoles, así como las condiciones de secado sobre las propiedades de películas obtenidas por casting. Se trabajó con dos aislados proteicos de girasol (proteínas  $H > 85\%$ ) obtenidos a partir del pellet residual de la industria aceitera, que se diferencian principalmente en su contenido de fenoles: ACF ( $2,31 \pm 0,34\%$ ) y ASF ( $0,13 \pm 0,11\%$ ). Las películas se obtuvieron por casting a partir de soluciones acuosas con 5 y 10 % p/v a pH 11 y con 2,5 % p/v de glicerol. Se secaron 24 hs. a  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  y 5 hs. a  $-60\text{ }^\circ\text{C}$  y se almacenaron 48 hs. a  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ , 75 % RH previo a su caracterización. Se observó que al aumentar el contenido de proteínas del 5% al 10% en las soluciones iniciales, el contenido de agua de las pelícu-

las disminuyó aproximadamente del 40 % al 25 %, mientras que la WVP se incrementó de 3 a 10 veces -dependiendo de las condiciones de secado y del contenido de fenoles-, la tensión y deformación a la rotura aumentaron significativamente, y la opacidad aumentó. Por su parte, un mayor contenido de fenoles no afectó el contenido de agua de las películas pero aumentó su elongación y cambió su coloración del marrón para las de ASF al verdoso para las de ACF. Las condiciones de secado estudiadas no afectaron significativamente las propiedades de las películas, probablemente debido a que con ambas condiciones se alcanzaron contenidos acuosos similares. Solo se observó una disminución en WVP cuando las películas con 10 % de proteínas se secaron a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ . Las películas formadas con el aislado con mayor contenido de fenoles presentaron las mejores propiedades: con 5% de proteínas se lograron las menores WVP ( $3 \times 10^{-11}\text{ g/ms Pa}$ ) y con 10 % las mejores propiedades mecánicas ( $\sigma = 2,0 \pm 0,2\text{ MPa}$ ;  $\epsilon = 184,22 \pm 23,18\%$ ), sin observar una gran dependencia con las condiciones de secado. - OBTENCIÓN DE BANDEJAS, útiles como contenedores de alimentos, y alternativas a las de poliestireno expandido. Se estudió la obtención de bandejas compuestas, formadas por mezclas de almidón de mandioca, proteínas de girasol y fibras de celulosa por termoprensado, se evaluó el efecto

de cambios de las proporciones relativas de estos tres componentes en la formulación sobre las propiedades físicoquímicas y mecánicas de las bandejas resultantes, así como la relación de estas propiedades con la microestructura de las bandejas obtenidas. Si bien todas las bandejas presentaron espesores promedios entre 1,55 y 1,76 mm y densidades promedios entre 0,46 y 0,59 g/cm<sup>3</sup>, se observó que con el agregado de 15 y 20 % de fibras, el espesor resultó ser mínimo y la densidad máxima para las bandejas que contenían un 10 % de proteínas. La incorporación de fibras a la formulación mejoró las propiedades mecánicas, disminuyó levemente el contenido de agua post-prensado, pero aumentó la capacidad de absorción de agua de las bandejas. El agregado de proteínas de girasol disminuyó significa-

tivamente la capacidad de absorción de agua, el contenido de agua post-prensado y la deformación relativa de las bandejas. Pero en presencia de proteínas no se observó el aumento de la absorción de agua con el agregado de fibras. La formulación con mejores propiedades resultó ser la que contenía 20 % de fibra y 10 % de aislado proteico, que presentó una resistencia máxima de 6,57 MPa y una disminución en la absorción de agua de un 38 %, características que se corresponden con una microestructura más compacta, homogénea y densa.

Los resultados encontrados muestran que las proteínas de girasol representan una alternativa muy interesante para la obtención de materiales biodegradables, amigables con el medio ambiente.