



**Actas del 7° Congreso Argentino de Girasol**

**2 de Julio de 2019**

**Pontificia Universidad Católica de Argentina**

**Ciudad Autónoma de Buenos Aires**

**Argentina**



Trabajo	Página
<b>Avances en la determinación de las causas de las brechas de rendimiento de Girasol en Argentina</b> <i>Rodríguez, I. M., Aramburu Merlos, F., Monzon, J. P., Cipriotti, P. A., Hall, A. J., Grassini, P., Mercou, J. L.</i>	6
<b>Rendimiento potencial de girasol en Balcarce</b> <i>Rodríguez, I. M., Monzon, J. P., Cipriotti, P. A., Hall, A. J., Aramburu Merlos, F., Izquierdo, N. G., Grassini, P., Mercou, J. L.</i>	9
<b>Productividad del agua en girasol ante densidades de plantas contrastantes</b> <i>Cafaro La Menza, F., Echarte, L</i>	10
<b>Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de girasol en el sudeste bonaerense</b> <i>Kressi, L., Robles, M., Quiroz, F., Pereyra Iraola, M.M., Nagore, M.L.</i>	12
<b>En el sudeste bonaerense: ¿Sirve comparar rendimientos por lote?</b> <i>Calviño, P., Rodríguez, I., Larsen, B., Monzón, J.</i>	15
<b>¿Por qué el rendimiento en aceite de cultivos de girasol sembrados con un distanciamiento entre surcos convencional y ancho no varía?</b> <i>López Pereira, M., Connor, D. J. Hall, A. J.</i>	18
<b>Efecto de la aplicación de desecantes en el poder germinativo de semilla híbrida de girasol</b> <i>Teyssere C., Rondanini D.P., Cantamutto M.A.</i>	20
<b>Avances y aproximaciones tecnológicas mediante la aplicación de esporas de <i>Bacillus pumilus</i>, en semillas de girasol. Sus efectos.</b> <i>Vazquez M., Vigliocco A, Alemanno S.</i>	23
<b>Vigor en semillas de girasol, validación del test de Conductividad Eléctrica</b> <i>Szemruch, C., Gallo, C., Murcia M., Esquivel, M., Aranguren, M., García, F., Roberti, H., Medina, J., Magnano L.</i>	24
<b>Efecto de la germinación en frío sobre las anomalías de plántulas de girasol</b> <i>Murcia, M.</i>	27
<b>Evaluación de la germinación de semillas de girasol silvestre (<i>Helianthus annuus spp. annuus</i>)</b> <i>Griffioen, W., Digilio, A., Clemente, N., Troglia, C., Echeverría, M.M.</i>	29
<b>Efecto del contenido hídrico y la temperatura durante el almacenaje sobre la salida de la dormición en frutos de girasol (<i>Helianthus Annuus</i>)</b> <i>Arata, G.J., Riveira Rubin, M., Batlla, D., Rodríguez, M.V.</i>	31
<b>Regulación de la germinación en semillas de girasol: ácido abscísico, giberelinas y estrigolactonas</b> <i>Del Bel Z., Cumin S., Reynaga R., Della Maddalena M., Andrade A., Vigliocco A., Alemanno S.</i>	34
<b>Umbral mínimo de citocininas por debajo del cual se desencadena la senescencia foliar en híbridos de girasol con patrones de senescencia foliar contrastante (Stay-Green y Fast Dry-Down)</b> <i>Mangieri, M.A; Hall, A. J, Chimenti, C.A.</i>	36
<b>Citocininas: El nexo de la relación Raíces-Fluido Xilemático-Senescencia foliar, en híbridos de girasol con patrones de senescencia foliar contrastante (Stay-Green y Fast Dry-Down)</b> <i>Mangieri, M.A; Hall, A. J., Chimenti, C.A.</i>	37

<b>Genómica funcional del proceso de senescencia foliar en girasol: identificación de vías metabólicas y genes candidatos mediante la integración de datos transcriptómicos, metabolómicos y fenotípicos</b>	<b>38</b>
<i>Nicosia Salvador, Moschen Sebastián, Marino Johanna, Rivarola Maximo, Alvarez Daniel, Dosio Guillermo, Nicolas Langlade, Paniego Norma, Heinz Ruth, Fernandez Paula</i>	
<b>Efecto del estrés hídrico sobre indicadores bioquímicos de daño oxidativo en plantas de girasol durante el crecimiento vegetativo</b>	<b>42</b>
<i>Ramírez, F., Avila, M., Boero, A., Vigliocco, A., Álvarez, D., Andrade, A., Alemanno, S.</i>	
<b>Efecto del estrés hídrico en el rendimiento y calidad de semillas de diferentes líneas endocriadas de girasol</b>	<b>45</b>
<i>Heinz, N., Ramírez, F., Avila, M., Mazzalay, A., Alvarez, D., Andrada, A., Alemanno, S.</i>	
<b>Sensibilidad de la expansión foliar a la baja radiación en genotipos comerciales de girasol</b>	<b>48</b>
<i>García, L.A., Tognetti, J.A., Martínez Noel, G.M.A., Dosio, G.A.A.</i>	
<b>Precisión y exactitud de estimación de la madurez fisiológica del girasol según la escala visual de Schneiter y Miller (1981)</b>	<b>51</b>
<i>Llebaria, M., Zuil, S., Quiroz, F., Izquierdo, N.</i>	
<b>Humedad de granos de girasol en madurez fisiológica: variabilidad ambiental y relación con el llenado</b>	<b>53</b>
<i>Llebaria, M., Zuil, S., Quiroz, F., Izquierdo, N.</i>	
<b>Las variaciones en la concentración de fitoesteroles son explicadas por el contenido de aceite en el grano</b>	<b>55</b>
<i>González Belo, R., Velasco, L., Nolasco, M.S., Izquierdo, N.G.</i>	
<b>Polifenoles en cáscaras de girasol: Incidencia de efectos genéticos y ambientales y relación entre fenólicos libres y ligados</b>	<b>58</b>
<i>Rodríguez, M., Quintero Ramos, A., Durruty, X., Laburdiba, N., Izquierdo, N., Nolasco, S.</i>	
<b>Obtención de extractos fenólicos de cáscaras de girasol mediante extracción sólido-líquido con etanol</b>	<b>60</b>
<i>Durruty, X., Laburdiba, N., Mateo, C., Nolasco, S., Rodríguez, M.</i>	
<b>Avances tecnológicos del procesamiento del girasol Alto Esteárico-Alto Oleico: Descascarado y Extracción de aceite</b>	<b>62</b>
<i>de Figueiredo, A.K., Fernández, M.B., Nolasco, S.M.</i>	
<b>Diferenciación de genotipos de girasol confitero mediante uso de una metodología inédita para color de aquenio.</b>	<b>65</b>
<i>Mazzalay, A., Alvarez, D., Heinz, N., Nestares, G.</i>	
<b>Desarrollo de un panel de marcadores moleculares con cobertura a genoma completo en girasol</b>	<b>68</b>
<i>Filippi, C.V., Aguirre, N., Merino, G., Rivarola, M., Montecchia, J., Vera, P., Muñoz, M., Puebla, A., Heinz, R., Lia, V., Paniego, N.</i>	
<b>Desarrollo de una población multiparental como fuente de nuevos recursos genéticos para el mejoramiento de girasol</b>	<b>70</b>
<i>Dominguez, M., Filippi, C., Montecchia, J., Fass, M., Palifermo, F., Quiroz, F., Alvarez, D., Heinz, R., Gonzalez, J. Paniego, N.</i>	
<b>Estudio de la diversidad y estructura poblacional de la población de mapeo por asociación (PMA) de INTA</b>	<b>73</b>
<i>Filippi, C.V., Merino, G., Montecchia, J., Rivarola, M., Alvarez, D., Hopp, E., Heinz, R., Paniego, N., Lia, V.</i>	
<b>Evidencias de la variabilidad del proceso citoembriológico en girasol cultivado</b>	<b>75</b>
<i>Menéndez, A.; Zuzul, G.; Loste, N.; Bianchi, M.; Picardi, L.; Nestares, G.; Ochogavía, A</i>	

<b>Fenotipado y genotipado con marcadores SSR de líneas endocriadas de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.), contrastantes para la tolerancia al estrés hídrico</b> <i>Grandon, N. G., Martin, E. A., Cicconi, E., Carolina del P. Díaz, Eva M. C. Mamaní, Ma. Valeria Moreno.</i>	<b>77</b>
<b>Girasol en la EEA INTA Pergamino en tres períodos de mejoramiento</b> <i>González y Domínguez</i>	<b>78</b>
<b>Performance de híbridos de girasol y variabilidad de líneas en un análisis de conglomerados</b> <i>González y Domínguez</i>	<b>81</b>
<b>Identificación de determinantes genéticos para la resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo mediante aproximaciones de genómica funcional</b> <i>Rivarola, M., Fass, M., Ribone, A., Filippi, C., Ehrenbolger, G., Maringolo, C., Quiroz, F., Hopp, E., Heinz, R., Lia, V., Paniego, N.</i>	<b>85</b>
<b>Desarrollo de poblaciones mutagenizadas: identificación y caracterización de mutantes de genes candidatos involucrados en la resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo</b> <i>Fass, M., Vera, P., Puebla, A., Di Rienzo, J., Alvarez, D., Hopp, E., Heinz, R., Lia, V., Paniego, N.</i>	<b>87</b>
<b>Caracterización de fuentes de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo (PHC) causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en girasol</b> <i>Filippi, C.V., Zubrzycki, J., Quiroz, F., Maringolo, C., Alvarez, D., Hopp, E., Escande, A., Heinz, R., Lia V., Paniego, N.</i>	<b>88</b>
<b>Mínima utilización de recursos para seleccionar híbridos de comportamiento destacado frente a <i>Sclerotinia</i> de capítulos</b> <i>Delgado, S.G., Castaño, F., Cendoya, M.G., Quiroz, F., Salaberry, T.</i>	<b>90</b>
<b>Reducción del número de años de ensayos en la determinación de la estabilidad de la resistencia a la podredumbre blanca de los capítulos</b> <i>Dinon, M.A., Castaño, F., San Martino, S., Lúquez, J., Quiroz, F.</i>	<b>94</b>
<b>Comportamiento de híbridos AO a las inoculaciones con <i>Phomopsis helianthi</i> en hojas y con <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en capítulos</b> <i>Castaño, F., Dinon, A., Delgado, S., Troglia, C.</i>	<b>96</b>
<b>Prevalencia del Cancro del tallo y Podredumbre del capítulo de girasol en la región girasolera sur de Buenos Aires. Identificación de agentes causales.</b> <i>Mancebo M.F., Quiroz F., Troglia C., Bazzalo M.E., Reid R. J.</i>	<b>98</b>
<b>Control químico de Cancro del girasol por <i>Diaporthe helianthi</i></b> <i>Corró Molas A., Testa M., Ghironi E.</i>	<b>101</b>
<b>Caracterización genética y detección molecular de <i>Plasmopara halstedii</i> en Argentina</b> <i>Martínez, A.L., Quiroz, F., Garayalde, A., Erreguerena, I., Anderson, F., Petruccelli, M., Carrera, A.</i>	<b>103</b>
<b><i>Plasmopara halstedii</i> en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe: Determinación racial e identificación de fuentes de resistencia.</b> <i>Rojas, J., Bertero, A., Ivancovich, A.,</i>	<b>105</b>
<b>Sensibilidad de aislamientos de <i>Plasmopara halstedii</i> a metalaxil-M de diferentes regiones de Argentina</b> <i>Bannister, J., Di Giano, F., Petruccelli, M., Faberi, A., Erreguerena, I., Quiroz, F.</i>	<b>108</b>
<b>Sensibilidad de aislamientos de <i>Plasmopara halstedii</i> a fungicida inhibidor de proteínas de unión a oxisterol en semillas de girasol</b> <i>Di Giano, F., Bannister, J., Petruccelli, M., Faberi, A., Erreguerena, I., Quiroz, F.</i>	<b>109</b>
<b>Androesterilidad inducida por la aplicación de imidazolinonas en estadios reproductivos tempranos en girasol resistente</b> <i>Loste, N., Menéndez, A., Zuzul, G., Bianchi, M., Picardi, L., Nestares, G., Ochogavía, A</i>	<b>110</b>



<b>Tamaño de grano como estrategia para prevenir el daño por palomas en girasol</b>	<b>112</b>
<i>Zuil, S., Canavelli, S., Addy Orduna, L.</i>	
<b>Fitotoxicidad en girasol de residuos del herbicida diclosulam en diferentes tipos de suelo</b>	<b>114</b>
<i>Divita, I., Bedmar, F., Gianelli, V., Quiroz, F., Monterubbianesi, G.</i>	

## Avances en la determinación de las causas de las brechas de rendimiento de Girasol en Argentina

6

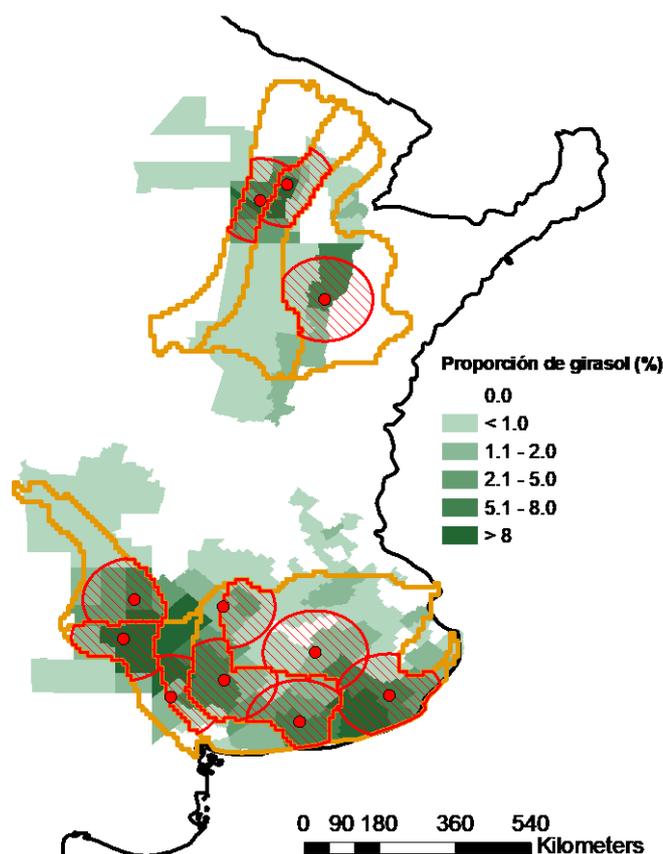
Rodríguez, I. M<sup>1\*</sup>; Aramburu Merlos, F<sup>1</sup>; Monzon, J. P<sup>1-2</sup>; Cipriotti, P. A<sup>2-3</sup>; Hall, A. J<sup>2-3</sup>; Grassini, P<sup>4</sup>; Mercau, J. L<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Unidad Integrada Balcarce FCA-INTA, <sup>2</sup> CONICET, <sup>3</sup> Facultad de Agronomía – IFEVA, Universidad de Buenos Aires, <sup>4</sup> Departamento de Agronomía y Horticultura, Universidad de Nebraska-Lincoln, <sup>5</sup> INTA San Luis. [rodriguezmnagnacio08@gmail.com](mailto:rodriguezmnagnacio08@gmail.com)

La determinación de las causas de las brechas de rendimiento de girasol en la Argentina es clave para desarrollar estrategias de manejo en pos de aprovechar el potencial productivo de este cultivo en el país. El término brecha hace referencia a la diferencia entre, el rendimiento potencial en secano (RPS) y el rendimiento real (RR) (Sadras et al., 2015).

Existe una estimación de la magnitud de la brecha de rendimiento de girasol en el periodo 2000 - 2007 para las principales regiones productoras de Argentina (Hall et al., 2013). Dicha información posee más de 10 años de antigüedad, pero además es insuficiente para hacer un análisis a escalas espaciales detalladas y poder así avanzar en el entendimiento de sus causas. En este trabajo, se está realizando un análisis exhaustivo y detallado de la magnitud de las brechas de rendimiento de girasol aprovechando el marco utilizado para la estimación de las brechas de soja, trigo y maíz (Aramburu Merlos, et al., 2015) en el marco del Atlas Mundial de Brechas de Rendimiento (GYGA, por sus siglas en inglés), para luego, evaluar cuáles son los factores tecnológicos y ambientales que más inciden sobre estas brechas. Se compilaron bases de datos con información detallada sobre: i) lotes de producción geo espacialmente referenciados con información de rendimiento, manejo y ambiente, y ii) ensayos comparativos de rendimiento con los mismos requerimientos informacionales, iii) datos de rendimiento promedio y de manejo a nivel de departamento. El Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada de la Bolsa de Cereales será uno de los pilares para caracterizar la situación tecnológica-productiva del cultivo de girasol, en conjunto con la información brindada por ASAGIR, CASENAVE y Asociados y AACREA.

La información ya generada como parte del ejercicio de GYGA Argentina acerca de clima y suelos fue actualizada y se adecuó al cultivo de girasol. En la figura 1 pueden observarse las Zonas Climáticas (ZC) (van Wart et al. 2013) definidas para el análisis de las brechas en el cultivo de girasol.

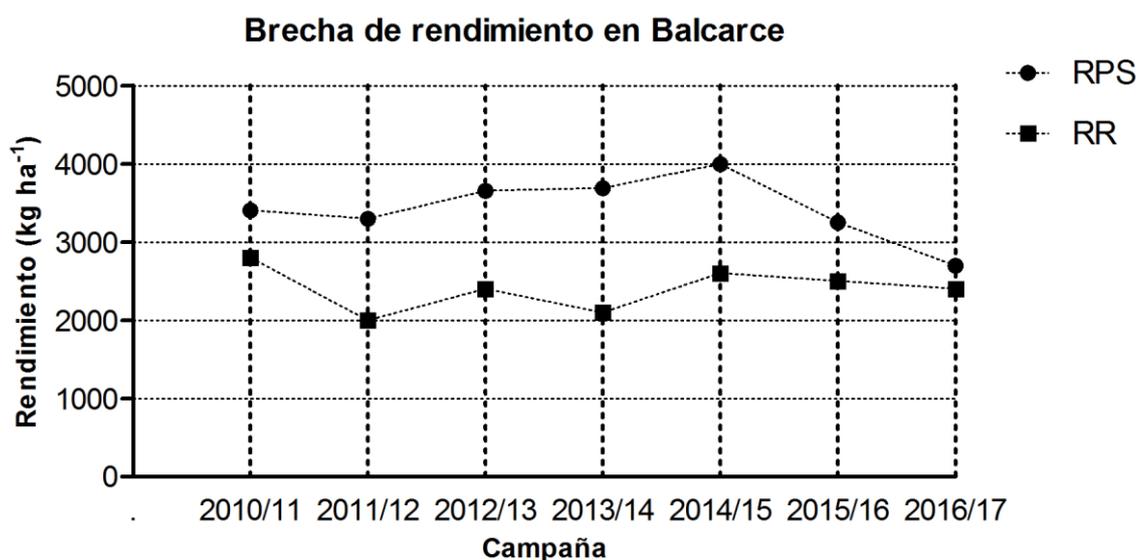


**Figura 1.** (a) Estaciones meteorológicas de referencia seleccionadas (círculos rojos llenos) con sus correspondientes zonas de influencia (círculos rojos sombreados) y zonas climáticas donde éstas se encuentran (identificadas por líneas amarillas), y distribución del área cosechada de girasol para el periodo 2006-2017, expresada como % de la superficie total de cada departamento.

La información antes descrita se utilizará para estimar los rendimientos potenciales en secano de girasol a través de un ejercicio de simulación con el modelo OilCropSun (Villalobos et al., 1996). Este modelo está siendo calibrado con datos de ensayo de cultivares actuales, que no presentan limitaciones nutricionales, de plagas y/o enfermedades.

Además, estas estimaciones de rendimiento potenciales obtenidas a través del modelo OilCropSun serán comparadas con las obtenidas por otros métodos y para otras escalas espaciales, como ser: i) datos de ensayos comparativos de rendimiento; y ii) datos de lotes de producción dentro del 5% superior de los obtenidos para cada año y cada departamento.

A continuación (Figura 2), se presenta una estimación de la brecha de rendimiento para el partido de Balcarce.



RPS <sub>2010/11-2016/17</sub>	RR <sub>2010/11-2016/17</sub>	Brecha <sub>2010/11-2016/17</sub>	Brecha (% del RPS)
3418 kg ha <sup>-1</sup>	2400 kg ha <sup>-1</sup>	1018 kg ha <sup>-1</sup>	30%

**Figura 2.** Rendimiento potencial en secano (kg/ha) (RPS) estimado a partir de ensayos comparativos de rendimiento, Rendimiento real (kg/ha) (RR), Brecha de rendimiento promedio (kg/ha) y Brecha de rendimiento expresada como porcentaje del RPS, para el partido de Balcarce, desde la campaña 2010-2011 a 2016-2017.

Por último, con la brecha estimada y contando con información tecnológica precisa y detallada del cultivo (manejo, sanidad, plagas, malezas, ocurrencia de adversidades extraordinarias) por medio de técnicas estadísticas descriptivas y árboles de regresión, se identificarán las causas de las brechas este cultivo.

#### Bibliografía

- PRISM 5 FOR WINDOWS. 2009. 1992-2007©GraphPad Software Inc, San Diego, US.
- Sadras, V.O.; Cassman, K.G.; Grassini, P.; Hall, A.J.; Bastiaansen, W.G.M.; Laborte, A.G.; Milne, A.E.; Sileshi, G.; Steduto, P. (2015). Yield gap analysis of rainfed and irrigated crops: Methods and case studies. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Italia. FAO Water Reports No. 41.
- Aramburu Merlos, F.; Monzón, J.P.; Mercau, J.L.; Taboada, M.; Andrade, F.; Hall, A.J.; Jobbagy, E.; Cassman, K.; Grassini, P. (2015). Potential for crop production increase in Argentina through closure of existing yield gaps. Field Crops Res. 184, 145-154.

## Rendimiento potencial de girasol en Balcarce

Rodríguez, I. M<sup>1\*</sup>; Monzon, J. P<sup>1-2</sup>; Cipriotti, P. A<sup>2-3</sup>; Hall, A. J<sup>2-3</sup>; Aramburu Merlos, F<sup>1</sup>; Izquierdo, N. G<sup>1-2</sup>; Grassini, P<sup>4</sup>; Mercou, J. L<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Unidad Integrada Balcarce FCA-INTA, <sup>2</sup> CONICET, <sup>3</sup> Facultad de Agronomía – IFEVA, Universidad de Buenos Aires, <sup>4</sup> Departamento de Agronomía y Horticultura, Universidad de Nebraska-Lincoln <sup>5</sup> INTA San Luis. [rodriguezmnacio08@gmail.com](mailto:rodriguezmnacio08@gmail.com)

El rendimiento potencial de un cultivo es el rendimiento de un cultivar que crece en un ambiente para el cual está adaptado, sin limitaciones de agua, nutrientes, libre de plagas y enfermedades (Evans y Fisher, 1999).

En la región Mar y Sierras la siembra del cultivo de girasol se siembra principalmente en los meses de Octubre y Noviembre. Recientemente, los productores han incorporado el cultivo de girasol de segunda, que es sembrado durante Diciembre a principios de Enero, luego de la cosecha del trigo o cebada.

Contamos con datos actuales de ensayos de rendimiento potencial en maíz (Bonelli et al., 2016), soja (Cafaro La Menza et al., 2017), trigo (RET-INASE), sin embargo no contamos con esta información para el cultivo de girasol.

Un ensayo con la finalidad antes mencionada fue conducido en la campaña 2018/2019 en la Unidad Integrada Balcarce. El ensayo se llevó a cabo bajo un diseño en bloques completos aleatorizados, con 4 repeticiones. Incluyó 4 fechas de siembras, desde mediados de Octubre a principios de Enero. El ensayo se mantuvo sin limitantes de agua y nutrientes, libres de plagas y enfermedades. La densidad de siembra objetivo fue de 7,0 plantas m<sup>-2</sup>.

Este tipo de ensayos también es de utilidad para calibrar modelos de simulación de cultivos. El modelo OilCropSun (Villalobos et al., 1996) de la plataforma DSSAT v 3.5 (Hoogenboom et al., 2010; Jones et al., 2003) ha sido utilizado en el país (Mercou et al., 2001; Grassini et al., 2009), pero la información de sus coeficientes genéticos se encuentra desactualizada. Este ensayo, conducido en condiciones de potencialidad, nos va a permitir calibrar los coeficientes genéticos del modelo. La calibración implica definir aspectos de la fenología y de la estrategia de definición de rendimiento de cultivo, que el modelo es capaz de reconocer.

## Productividad del agua en girasol ante densidades de plantas contrastantes

Cafaro La Menza, F.<sup>1</sup>; Echarte, L.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. [francisco.cafa@gmail.com](mailto:francisco.cafa@gmail.com)

La productividad del agua de un cultivo (PA) se define como el rendimiento en grano por cada milímetro de agua recibido (precipitaciones + riego) durante la estación de crecimiento (Caviglia et al., 2004). Es de especial interés incrementar la PA en ambientes limitados por agua o con alta variabilidad en las precipitaciones a través de los años. El manejo de la densidad de plantas podría incrementar la PA, a través de aumentos en rendimiento por una mayor intercepción de radiación fotosintéticamente activa (iRFA; Vega y Andrade, 2000). Además, incrementos de iRFA disminuirían la energía solar que llega al suelo reduciendo las pérdidas de agua por evaporación. Sin embargo, aumentos en la densidad pueden incrementar la transpiración en etapas tempranas y disminuir su disponibilidad en períodos críticos de determinación del rendimiento, resultando en reducciones de PA. El objetivo de este trabajo fue evaluar la PA para rendimiento en grano (PAg) y aceite (PAa) de girasol en densidades de plantas contrastantes.

El ensayo se desarrolló en la localidad de Balcarce, Argentina (37° 45'S, 58° 18'W), durante la campaña 2006/2007 en un suelo Argiudol Típico de 150 cm de profundidad bajo labranza convencional. Se sembró el híbrido DK3880 el 12 de octubre a tres densidades de plantas (2, 3 y 6 plantas m<sup>-2</sup>) siguiendo un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Las parcelas contaban con 6 surcos de 10 metros de largo, distanciados a 0,52 m. Se aplicó riego por aspersión (116 mm) a partir de floración para evitar deficiencias de agua severas. El cultivo se mantuvo libre de cualquier estrés biótico mediante el control químico de malezas, insectos y enfermedades. Se midió radiación fotosintéticamente activa interceptada, rendimiento en grano y concentración de aceite en madurez fisiológica. El índice de cosecha (IC) se estimó como rendimiento/biomasa. La PAg y PAa se calculó como rendimiento (en grano, y aceite) / suministro de agua. Para determinar diferencias entre medias se realizó un análisis de varianza mediante el test LSD con un nivel de significancia de 0.05.

El rendimiento en grano y en aceite se incrementó ante aumentos en la densidad de plantas (significativo de 2 a 3 o 6 pl m<sup>-2</sup>; p<0.05; Tabla 1). Sin embargo, esto fue mayor de 2 a 3 plantas m<sup>-2</sup> (76% para grano y 98% para aceite; Tabla 1) que de 3 a 6 plantas m<sup>-2</sup> (4% para grano y 16% para aceite; Tabla 1); estas respuestas concuerdan con resultados de Villalobos y col. (1994). El índice de cosecha se mantuvo estable ante cambios de densidad, asociado a la alta plasticidad vegetativa y reproductiva de este cultivo (Vega y Andrade, 2000). Incrementos en la iPAR resultaron en aumentos de biomasa, que explica la diferencia en el rendimiento en grano (Vega y Andrade, 2000). Por último, la PAg y PAa aumentó al modificar la densidad de plantas (significativo de 2 a 3 o 6 plantas m<sup>-2</sup>; Tabla 1). En este ambiente, caracterizado por un bajo suministro de agua durante la estación de crecimiento de girasol (396,1 mm, a partir de precipitación y riego), incrementos en la densidad de plantas de 2 a 3 o 6 plantas m<sup>-2</sup> mejoraron la

PA (para grano y aceite); esto se asociaría a que las mayores densidades (i) habrían disminuido la evaporación desde el suelo, (ii) no habrían comprometido la disponibilidad de agua durante momentos críticos de determinación del número de semillas y (iii) aumentaron el rendimiento en grano y aceite.

11

**Tabla 1:** Rendimiento en grano ( $R_g$ , 0% de humedad) y en aceite ( $R_a$ ), índice de cosecha ( $IC$ ) y productividad del agua para grano ( $PA_g$ ) y aceite ( $PA_a$ ).

Densidad (plantas $m^{-2}$ )	$R_g$ ( $kg\ ha^{-1}$ )	$IC$	$R_a$ ( $kg\ ha^{-1}$ )	$PA_g$ ( $kg\ mm^{-1}$ )	$PA_a$ ( $kg\ ha^{-1}\ mm^{-1}$ )
2	2089 <sup>B</sup>	0,26 <sup>A</sup>	800 <sup>B</sup>	5,3 <sup>B</sup>	2,0 <sup>B</sup>
3	3680 <sup>A</sup>	0,27 <sup>A</sup>	1584 <sup>A</sup>	9,3 <sup>A</sup>	4,0 <sup>A</sup>
6	3817 <sup>A</sup>	0,29 <sup>A</sup>	1831 <sup>A</sup>	9,6 <sup>A</sup>	4,6 <sup>A</sup>

Letras iguales dentro de cada columna representan diferencias no significativas entre medias, test LSD ( $p < 0.05$ ).

#### Bibliografía

-Caviglia y col. (2004). Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas. I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat–soybean. *Field Crops Res.*87:117-129.

-Vega y Andrade (2000). Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. En: Andrade, Sadras (Eds.), Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Ed. Media Panamericana, pp. 97–133.

-Villalobos y col. (1994). Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. *Field Crops Res.*36:1–11.

## Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de girasol en el sudeste bonaerense

Kressi, L. <sup>1</sup>; Robles, M. <sup>2</sup>; Quiroz, F. <sup>1</sup>; Pereyra Iraola, M. M. <sup>1</sup>; Nagore, M. L. <sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup> Unidad Integrada FCA, UNMDP-INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina, <sup>2</sup>Bayer Crop Science, Argentina. \* [nagore.marialujan@inta.gob.ar](mailto:nagore.marialujan@inta.gob.ar)

12

La selección de prácticas de manejo adecuadas nos permite mejorar la productividad de los cultivos reduciendo las brechas entre el rendimiento real del productor y el alcanzable. El manejo de la densidad de siembra en particular es una herramienta que posee el productor para lograr interceptar una alta proporción de la radiación incidente y producir altas tasas de crecimiento de las plantas en etapas críticas de definición del rendimiento. El girasol es un cultivo con elevada estabilidad en el rendimiento frente a cambios en la densidad de siembra gracias a la capacidad de los individuos dentro del cultivo para expresar mecanismos de compensación. La densidad óptima para el cultivo de girasol depende del manejo, de las condiciones ambientales y de las particularidades fisiológicas de cada genotipo. En el presente trabajo se estudió la respuesta del rendimiento a la densidad de plantas en dos híbridos de girasol.

El experimento se realizó en la UIB INTA-FCA, en Balcarce, durante la campaña 2012/13. Los híbridos Paraíso102CL y CF101 fueron sembrados en cuatro densidades: 2,5; 4; 6 y 8 pl m<sup>-2</sup>. Se realizaron mediciones de rendimiento, biomasa, radiación interceptada, área foliar, eficiencia de conversión de la radiación interceptada, índice de cosecha, número de granos, peso de granos, % de aceite.

En una campaña promedio para la región, donde no se registraron déficits hídricos, los mayores rendimientos fueron obtenidos en las densidades de entre 4 y 8 pl m<sup>-2</sup> (Tabla 1). No se observaron diferencias en el rendimiento en grano entre los híbridos, incluso cuando este fue corregido por % de aceite. Sin embargo, se observaron diferencias entre los híbridos en los componentes numéricos del rinde: el número de granos fue mayor en el Paraíso102CL en altas densidades, mientras que el CF101 tuvo un mayor peso de granos principalmente a bajas densidades. En girasol, el número de granos es el componente del rendimiento más afectado por la densidad de siembra, aunque se han observado grandes variaciones en el peso de los granos ante variaciones en el stand de plantas.

El mayor rendimiento a altas densidades se asoció con un incremento en la producción de biomasa, principalmente la acumulada hasta floración, manteniéndose constante el índice de cosecha. A su vez, la mayor producción de biomasa se relacionó con un incremento en la radiación interceptada. Mecanismos como la expansión foliar, asociado a la interceptación de la radiación, tuvieron una muy estrecha relación con las variaciones en el rendimiento en grano a través de las densidades (Figura 1). Estudios previos indican estrechas relaciones entre el rendimiento y el índice de área foliar hasta valores de entre 2 y 3; con menores variaciones en la eficiencia de conversión y la partición de biomasa a destinos reproductivos.

El porcentaje de aceite se incrementó con la densidad atribuida a diferencias en la interceptación de la radiación durante la etapa de fin de floración-madurez fisiológica lo que se traduce en variaciones en la cantidad de carbohidratos para la síntesis de aceite en el grano.

Resumiendo, la densidad óptima en girasol ronda las 6 pl m<sup>-2</sup> en ambos híbridos, asociado principalmente al IAF, la cual permitió lograr una mayor interceptación de la radiación y por ende

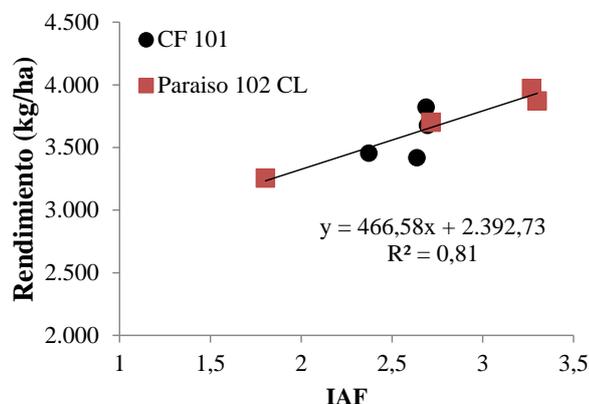
un incremento en la producción de biomasa. A su vez, los híbridos tuvieron una interacción para peso y número de los granos.

13

**Tabla 1:** Rendimiento, peso de 1000 granos, número de granos por  $m^2$ , biomasa ( $kg\ ha^{-1}$ ), radiación interceptada en el ciclo ( $Ri$ ,  $MJ\ m^{-2}$ ), eficiencia de conversión ( $e.c.$ ;  $gr\ MJ^{-1}$ ), índice de cosecha ( $IC$ ) y % de materia grasa ( $MG$ ) en dos híbridas de girasol CF 101 y Paraíso 102CL sembrado a 4 densidades de plantas: 2,5; 4; 6 y 8  $pl\ m^{-2}$ .

Híbrido	$pl\ m^{-2}$	Rto	PG	NG	Biomasa	Ri	e.c.	IC	% MG
CF 101	2,5	3456	75,6	4573	10155	700	1,45	0,32	45
	4	3677	54,0	6808	10581	786	1,35	0,30	49
	6	3823	47,5	8043	11358	822	1,38	0,33	53
	8	3418	40,8	8381	12123	812	1,49	0,30	51
Paraiso 102 CL	2,5	3253	58,0	5607	10204	674	1,51	0,31	47
	4	3700	47,7	7753	10416	743	1,40	0,33	48
	6	3969	37,8	10489	10970	785	1,40	0,32	49
	8	3870	36,3	10656	11397	789	1,45	0,33	49

**Figura 1:** Rendimiento en función del índice de área foliar (IAF) en dos híbridas de girasol CF 101 y Paraíso 102CL sembrado densidades de plantas variables entre 2,5 y 8  $pl\ m^{-2}$ .





## Bibliografía

- Aguirrezabal y col. (1996). Girasol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. INTA-Balcarce. (Ed.). Mar del Plata, Arg.
- Andrade. (1995). Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. Field Crops Res.. 41: 1-12.
- Villalobos y col. (1994). Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. Field Crop Res. 36: 1-11.

## En el sudeste bonaerense: ¿Sirve comparar rendimientos por lote?

Calviño, P.<sup>1</sup>; Rodríguez, I.<sup>2</sup>; Larsen, B.<sup>3</sup>; Monzón, J.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Actividad privada; <sup>2</sup>Unidad Integrada Balcarce FCA-INTA; <sup>3</sup>San Lorenzo; <sup>4</sup>CONICET.  
[calvinopablo@gmail.com](mailto:calvinopablo@gmail.com)

15

El sudeste bonaerense presenta suelos con gran variabilidad en cuanto a su posición topográfica, pendiente, capacidad de almacenaje de agua útil (por limitantes en profundidad), contenido de materia orgánica del horizonte superior y otras variables.

Más del 70% de los suelos del Sudeste y sudoeste bonaerense están limitados en profundidad. Se ha demostrado que el rendimiento del girasol es muy susceptible a profundidades de suelo limitadas (Sadras y Calviño, 2001).

Técnicos y productores utilizan habitualmente la comparación de rendimientos de los lotes, establecimientos para compararse y evaluar posibilidades de mejoras. Recientes trabajos han comparado brechas entre los rendimientos alcanzables y los reales obtenidos a nivel de partido. Este trabajo tuvo en cuenta los principales suelos de cada localidad analizada. Trabajos de este tipo ayudan a cuantificar lo que queda por mejorar en producción ([www.yieldgap/argentina](http://www.yieldgap/argentina)).

El objetivo de este trabajo fue evaluar si el rendimiento por lote es un buen indicador para compararse entre productores y contra el rendimiento alcanzable (RA).

La metodología utilizada constó de 3 etapas: 1) se utilizaron mapas de rendimiento de dos establecimientos destacados por ser buenos productores de girasol pero situados en regiones diferentes del sudeste bonaerense. Se trabajó con campañas contrastantes en productividad y en lotes de diferente aptitud. Para encontrar sectores significativos en superficie de productividad contratante, se delimitaron polígonos rectangulares de alta y de baja producción de más del 15% de la superficie del lote con un máximo de 10 ha. 2) una vez obtenidos los polígonos se identificó cuáles eran las características principales de esos sectores. 3) se calculó el RA del lote y los polígono con corridas del modelo Cropgro sunflower de la versión DSSAT v4.7 (modelo previamente calibrado en siembras tempranas, suelos profundos y coeficiente genético del híbrido más utilizado en los ejemplos).

La producción obtenida en ambos establecimientos en esas campañas fue superior al promedio de los partidos en los que se encuentran (en La Argentina (LA) fue 52% superior y en San Lorenzo (SL) 35% superior).

La variación entre el rendimiento del sector superior y el inferior de cada lote fue menor en LA que en SL (13% vs 41%, respectivamente) (Tabla 1).

El RA es un buen indicador, sirve para compararse con lo que se podía haberse obtenido ((van Ittersum y col, 2013; Monzón y col, 2018). Se indica que se debería aspirar al menos al 80% del RA. En la Tabla 1 observamos que para LA en 92% de los casos señalados el rendimiento estuvo por encima de ese valor. En el caso de SL solo en el 33% fue superior y en el 50% fue inferior al 70% del RA. Los valores relativos más bajos se dan en el año de mayor producción en los ambientes más limitados. A pesar que en los otros cultivos de primera SL obtiene valores superiores al 80% (Monzón y col, 2018). Surge la duda si la versión del modelo que se está utilizando y que está recientemente validada es lo suficientemente robusta para cuantificar el efecto de la variabilidad de los suelos del sudeste bonaerense o el girasol necesita mayor detalle en la descripción de los suelos que el resto de los cultivos.

Con este trabajo demostramos para el sudeste bonaerense hay establecimientos con variabilidad intralote en la que el rendimiento de diferentes sectores es elevada (41% en SL). En cambio solo 13% en LA. Por otro lado, con las versiones actuales del modelo utilizado, el valor de referencia del RA funcionaría muy bien hasta ahora para suelos profundos con baja variabilidad. Por último, resultaría de poca utilidad comparar rendimientos de lotes con diferente variabilidad intralote. Finalmente, para trabajar en esta región en un estudio de brechas entre rendimiento efectivo y alcanzable será muy importante una minuciosa descripción de los ambientes productivos de cada lote y validar en estos ambientes los modelos elegidos.

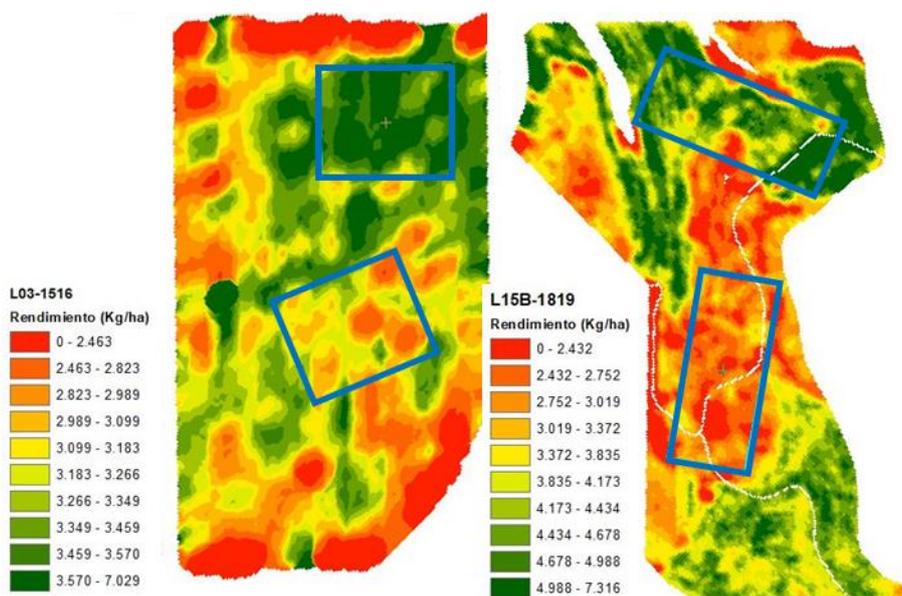
**Tabla 1.** Descripción de los lotes analizados por establecimiento y campaña agrícola. Rendimiento logrado, alcanzable y relativo al alcanzable. Expresado por lote y por área de aptitud superior e inferior.

Campo Localidad	Campaña	Lote	C.A.A.U mm	Rendimiento obtenido			Relación entre sectores	Rendimiento alcanzable			Rend.relativo al alcanzable		
				Todo	A.S.sup.	A.S.inf		Todo	A.S.sup.	A.S.inf	Todo	A.S.sup.	A.S.inf
La Argentina	2015/16	12-13	> 300	3830	3908	3774	1.04	4035	4562	3507	0.95	0.86	1.08
		21	>300	3780	3936	3334	1.18	4035	4562	3507	0.94	0.86	0.95
Pieres (Loberia)	2016/17	5	>300	2815	3058	2661	1.15	3387	4159	2614	0.83	0.74	1.02
		3	>300	3220	3546	3092	1.15	3387	4159	2614	0.95	0.85	1.18
San Lorenzo	2016/17	DVb	>300	2975	3650	2582	1.41	3184	4023	2345	0.93	0.91	1.10
		LH	120	2305	2565	2003	1.28	3184	4023	2345	0.72	0.64	0.85
Azucena (Tandil)	2017/18	11d	120	2550	2832	2224	1.27	3506	4254	2757	0.73	0.67	0.81
		29a	120	2170	2669	1894	1.41	3506	4254	2757	0.62	0.63	0.69
	2018/19	15b	180	3175	4550	2679	1.70	5409	5459	5358	0.59	0.83	0.50
		30	>300	3530	4379	3118	1.40	5510	5560	5459	0.64	0.79	0.57

C.A.A.U: valor aproximado de la capacidad de almacenamiento de agua útil.

A.S.sup y A.S.inf: sector identificado de producción superior e inferior, respectivamente.

Relación entre sectores: Cociente entre la producción del A.S.sup y el A.S.inf.





**Figura 1.** Mapas de rendimiento de 2 lotes ejemplo. Lote 3 La Argentina (Pieres) y 15b de San Lorenzo (Azucena). Se observa cómo se delimitaron los polígonos de aptitud superior (más verde) e inferior (más roja). Las tablas señalan el rango de producción de a decimos de superficies iguales.

17

### Bibliografía

-Sadras y Calviño. (2001) Quantification of grain yield response to soil depth in Soybean, Maize, Sunflower and Wheat. *Agronomy Journal*. 93: 577-583.

-Hoogenboom y col. (2010) Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.5. Univ. of Hawaii, Honolulu.

-van Ittersum y col. (2013) Yield gap analysis with local to global relevance - a review. *Field Crops Res.* 143: 4-17.

-Monzón y col.(2018) Precision agriculture based on crop physiological principles improves whole-farm yield and profit: a case study. *European Journal of Agronomy.* 99:62-71.

## ¿Por qué el rendimiento en aceite de cultivos de girasol sembrados con un distanciamiento entre surcos convencional y ancho no varía?

Mónica López Pereira<sup>1</sup>, David J. Connor<sup>2</sup>, Antonio J. Hall<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, <sup>2</sup>School of Agriculture and Food, The University of Melbourne, Australia, <sup>3</sup>IFEVA, Universidad de Buenos Aires/CONICET, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina  
[pereiram@agro.uba.ar](mailto:pereiram@agro.uba.ar)

18

El principio ecofisiológico subyacente detrás de la elección de la distancia entre surcos en muchos cultivos de grano, sostiene que una cobertura completa del suelo maximizará el rendimiento de los cultivos debido a que esto asegura una mayor fotosíntesis del cultivo durante el período crítico para la determinación del número de granos (i.e., en girasol  $\pm 15$  días centrados en antesis media; peri-antesis). El hallazgo reciente (López Pereira y Hall, 2019) de que la distancia entre surcos (1.40 m en lugar de 0.7 m) no redujo el rendimiento en aceite ni tampoco la biomasa aérea de cultivos de girasol en un amplio rango de densidades (2 y 7  $\text{plm}^{-2}$ ), a pesar de que la cobertura del suelo alrededor del período de peri-antesis fue incompleto en el tratamiento de mayor distancia inter-surcos, desafía este concepto ampliamente sostenido y requiere más investigación. El objetivo de este trabajo, fue examinar el efecto de la distancia entre surcos (0.7 y 1.4 m; con una orientación N-S), en cultivos de girasol sembrados a la misma densidad de plantas (5.1  $\text{plm}^{-2}$ ) sobre la intercepción de radiación, eficiencia en el uso de la radiación (EUR), biomasa de los cultivos y rendimiento en aceite. Se utilizaron dos métodos para estimar la cantidad de radiación interceptada por los cultivos: i) mediciones diurnas periódicas durante el ciclo de cultivo de la intercepción en el plano horizontal y en las caras laterales de los setos; y ii) el uso de un modelo de setos de olivo (Connor, 2006) adaptado al girasol, para estimar la radiación interceptada por las dos estructuras de cultivo. Se sembró el híbrido Paraíso20 (Nidera Semillas, Argentina) en las campañas 2005-2006, 2008-2009, 2010-2011 en la Facultad de Agronomía de la UBA. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento. Los experimentos se condujeron sin limitaciones hídricas y nutricionales y libres de malezas, plagas y enfermedades. La biomasa a antesis y madurez fisiológica, y el rendimiento en aceite no difirió entre ambos distanciamientos. Un aumento de la EUR en la fase de emergencia-antesis media de los cultivos espaciados a 1.4 m permitió compensar el retraso de estos cultivos para lograr una intercepción de la radiación plena. La proporción de radiación interceptada hasta antesis media en los cultivos espaciados a 1.40m fue un 22% más bajo que en los cultivos con surcos a 0.70m. Los patrones diarios de radiación incidente en las caras laterales del seto, especialmente en la cara iluminada por el sol, en la fase previa a la antesis y en las horas tempranas y tardías del día, se vieron fuertemente afectados por la distancia entre surcos. Una mayor cantidad de radiación incidente en estos períodos del día en la parte media y superior de la cara iluminada por el sol de los setos espaciados a 1.4 m pudo haber contribuido a los mayores valores de EUR de estos cultivos. El modelo de setos proporcionó descripciones de la dinámica estacional radiación interceptada y la EUR consistentes con los valores medidos para ambas distanciamientos entre surcos. En Argentina, muchos cultivos de girasol están expuestos a un estrés hídrico intermitente (Grassini et al., 2009). El desarrollo del dosel más lento e incompleto puede limitar y/o diferir el uso del agua del cultivo durante el ciclo del cultivo, dando origen a



una mayor estabilidad del rendimiento en ambientes con alta variabilidad hídrica entre años (Rotilli, D., comunicación personal, 2019). El uso del modelo de setos de olivo permitirá el diseño de experimentos dirigidos a determinar el espaciado óptimo de los surcos y reducir el esfuerzo requerido para adquirir los valores medidos de radiación interceptada.

19

### Bibliografía

- Connor, D. J. (2006). Towards optimal designs for hedgerow olive orchards. *Aust. J. Agric. Res.* 57: 1067-1072.
- Grassini, P., y col. (2009). Benchmarking sunflower water productivity in semiarid environments. *Field Crops Res.* 110: 251-262.
- López Pereira, M., Hall, A. J. (2019). Sunflower oil yield responses to plant population and row spacing: Vegetative and reproductive plasticity. *Field Crops Res.* 230: 17-30.

## Efecto de la aplicación de desecantes en el poder germinativo de semilla híbrida de girasol

20

Teysseire C.<sup>1</sup>, Rondanini D.P.<sup>2</sup>, Cantamutto M.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA H. Ascasubi, INTA / CONICET Bahía Blanca. Ruta 3 Km 794, 8142 H. Ascasubi.

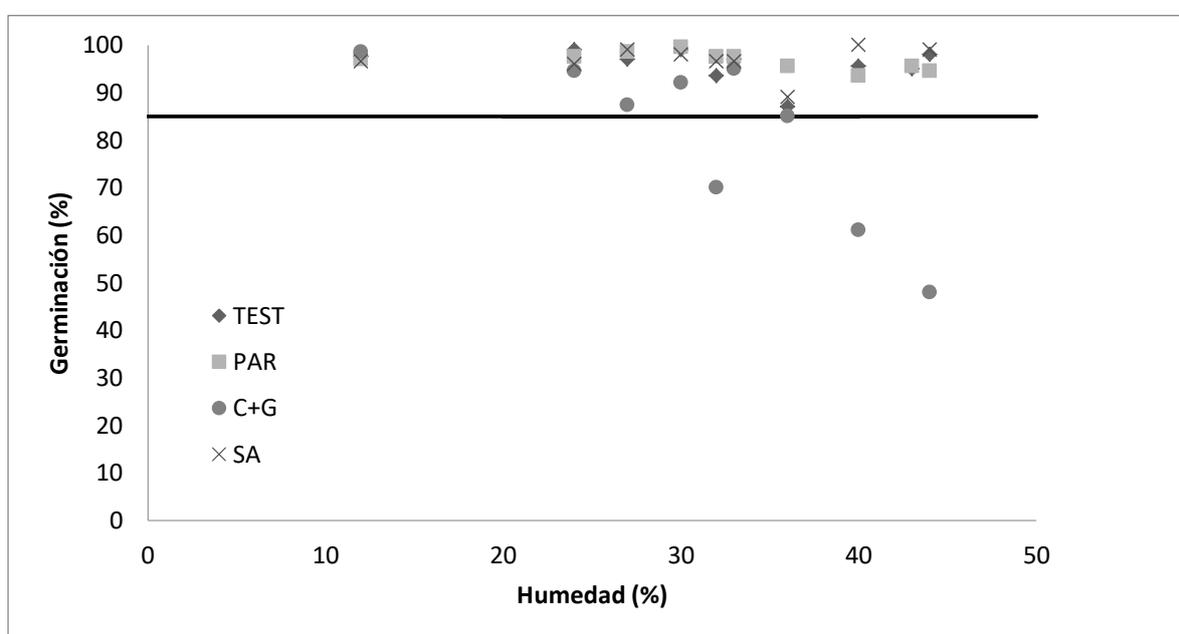
<sup>2</sup> FAUBA-UNLZ-CONICET. [teysseire.christian@inta.gob.ar](mailto:teysseire.christian@inta.gob.ar)

El girasol aceitero alcanza madurez fisiológica con 35-37% de humedad de semilla (Rondanini *et al.*, 2007). La cosecha se puede adelantar mediante aplicación de desecantes químicos, minimizando adversidades y mejorando la operación de cosecha. Productos desecantes han sido evaluados con éxito en girasol (Szemruch, *et al.* 2019). En la producción de semilla híbrida de girasol en el valle bonaerense del Río Colorado, se realizaron ensayos con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de desecantes en la calidad de semilla obtenida. Utilizándose líneas androestériles, cinco de girasol aceitero y una de confitero y tres desecantes según recomendación de marbete: Paraquat dicloruro (PA) 552g i.a./ha (Rainbow), Saflufenacil (SA) 24,5g i.a./ha (Heat) y Carfentrazone etil + Glifosato (C+G) 50g i.a./ha + 1080g e.a./ha (Shark-40-EC + Power Plus II) y un testigo (TE). La aplicación se realizó con barral pulverizador de 7 picos CH80-015 espaciados a 0,7m y un volumen de 200 l.ha<sup>-1</sup> con 1% de aceite mineral. Se midió el contenido de humedad de la semilla (por gravimetría) en el momento de la aplicación. Las plantas se cosecharon entre 14 a 18 días luego de la aplicación cuando se encontraron en madurez de cosecha y se determinó el poder germinativo (PG) en arena según normas ISTA.

**Tabla 1.** Poder germinativo a cosecha media  $\pm$  EE para los diferentes tratamientos con desecantes. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) según Fisher entre desecantes dentro de un mismo ensayo.

Año	Línea	Tipo	Aplicación del desecante		Tratamiento				Anova
			Fecha	Humedad de la semilla	TE	PA	C+G	SA	
2015/16	L1	Confitero	09/03/2016	43%	95 $\pm$ 1,7	95 $\pm$ 1,2	-----	-----	ns
2016/17	L2	Aceitero	06/03/2017	33%	97 $\pm$ 0,5	97 $\pm$ 0,5	95 $\pm$ 0,6	96 $\pm$ 1,7	ns
2017/18	L2	Aceitero	28/02/2018	40%	95 $\pm$ 1,5 a	93 $\pm$ 4,6 a	61 $\pm$ 3,0 b	100 $\pm$ 0 a	**
	L3	Aceitero	28/02/2018	44%	98 $\pm$ 0,01 a	94 $\pm$ 1,7 a	48 $\pm$ 2,8 b	99 $\pm$ 0,5 a	**
	L4	Aceitero	28/02/2018	27%	97 $\pm$ 1 a	98 $\pm$ 0,5 a	87 $\pm$ 3,9 b	99 $\pm$ 0,6 a	**
	L5	Aceitero	28/02/2018	30%	99 $\pm$ 0,6 a	99 $\pm$ 0,5 a	92 $\pm$ 1,4 b	98 $\pm$ 0,8 a	**

2018/19	L2	Aceitero	08/03/2019	36%	87 ± 2,6	95 ± 2,9	85 ± 2,8	89 ± 2,6	ns
	L4	Aceitero	08/03/2019	12%	97 ± 1,0	97 ± 0,6	98 ± 0,9	96 ± 1,7	ns
	L5	Aceitero	08/03/2019	24%	99 ± 0,6	97 ± 1,5	94 ± 1,0	96 ± 1,83	ns
	L6	Aceitero	08/03/2019	32%	93 ± 2,6 a	97 ± 0,5 a	70 ± 5,8 b	95 ± 0,9 a	**



**Figura 1.** Relación entre el contenido de humedad de la semilla al momento de la aplicación y el poder germinativo de la semilla cosechada. Línea representa el PG mínimo requerido por la legislación argentina.

Los tratamientos Paraquat y Saflufenacil no afectaron la germinación (Figura 1). En cambio C+G redujo el PG en aplicaciones con elevada humedad de la semilla, generando alta proporción de plántulas anormales sin raíz primaria. Esto podría asociarse con la mayor movilidad del glifosato en la planta, que pudo alcanzar la semilla y generar fitotoxicidad. Stahlman *et al.* (2010) recomienda desecar con 25-30% de humedad. Los resultados indican que se puede adelantar la aplicación de Paraquat y Saflufenacil (valores de humedad cercanos a MF), mientras que en la mezcla Carfentrazone + Glifosato se debe aplicar con menor humedad (22-25%).



## Bibliografía

-Rondanini y col. (2007) Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of fruit water concentration. *Europ. J. Agron.* 26:295-309.

-Stahlman y col. (2010) Saflufenacil: A new preharvest desiccant of sunflower. 1st Aust. Summer Grains Conf., Gold Coast, Australia, 2010.

-Szemruch y col. (2019) Dynamics of Dry-Down in Seed, Head and Stalk from sunflower genotypes sprayed with chemical desiccants after physiological maturity. *TURJAF* 7(2):192-201.

## Avances y aproximaciones tecnológicas mediante la aplicación de esporas de *Bacillus pumilus*, en semillas de girasol. Sus efectos.

Vazquez M<sup>1</sup>, Vigliocco A<sup>1,2</sup>, Aleman S<sup>1,2</sup>.

1. Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, 5800-Río Cuarto, Córdoba, Argentina. [salemano@exa.unrc.edu.ar](mailto:salemano@exa.unrc.edu.ar), 2. Instituto de Investigaciones Agrobiotecnológicas (INIAB); (CONICET-UNRC).

Nuestro grupo aisló e identificó de la rizosfera de girasol la cepa SF4 de *Bacillus pumilus*, la cual fue caracterizada como una Rizobacteria Promotora del Crecimiento. Tales bacterias son no patógenas y con fuerte capacidad de colonizar la superficie de las raíces e incrementar la implantación y rendimiento de los cultivos.

En estudios de pre-inoculación de esta cepa sobre la superficie de la semilla de girasol, aun con protectores osmóticos, mostró que en estado vegetativo no fue capaz de soportar largos periodos de tiempo con bajos potenciales agua a la que fue sometida. Esta bacteria tiene capacidad de producir endósporas que dan lugar a células activas una vez que las semillas son sembradas en el campo, lo cual brinda la oportunidad biotecnológica de ser usadas en la pre-inoculación de las semillas de este cultivo.

Nuestro objetivo fue cuantificar la permanencia en la superficie de la semilla de girasol de esporas de la cepa SF4 de *Bacillus pumilus* y determinar la viabilidad de esta bacteria durante un periodo de 180 días de pre-inoculadas. Además, evaluar a los 2, 3 y 10 días post-siembra el efecto de la pre-inoculación (0 y 180 días) en la germinación de las semillas como su contenido de giberelinas a las 72 hs post-siembra.

El poder germinativo de semillas pre-inoculadas con esporas de SF4 por 0 y 180 días, no mostraron diferencias en referencia a aquellas semillas de girasol controles a las 72 horas de imbibición, aunque se observó un incremento en el nivel endógeno en eje embrionario de las giberelinas (GA) 1 y 4 a los 180 días. Por otra parte, si bien el poder germinativo en semillas pre-inoculadas con SF4 por 0 y 180 días no mostraron diferencias significativas respecto a su controles, si se observaron incrementos en la longitud y peso radical en las plántulas evaluadas.

## Vigor en semillas de girasol, validación del test de Conductividad Eléctrica

24

Szemruch, C.<sup>1,2</sup>; Gallo, C.<sup>3</sup>; Murcia M.<sup>4</sup>; Esquivel, M.<sup>5</sup>; Aranguren, M.<sup>6</sup>; García, F.<sup>1,2</sup>,  
Roberti, H.<sup>1</sup>; Medina, J.<sup>1</sup>; Magnano L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias – UNLZ. Ruta 4. Km 2. (1832). Llavallol. Bs. As. Argentina. <sup>2</sup> Instituto de Investigación sobre Producción Agropecuaria, Ambiente y Salud (IIPAAS). Ruta 4. Km 2. (1832). Llavallol. Bs. As. Argentina <sup>3</sup> INTA – EEA Oliveros. Ruta 11. Km 353 (2206). Oliveros. Santa Fe. Argentina <sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agrarias – UNMDP - INTA EEA Balcarce. Ruta 226. Km. 73,5 (7620) Balcarce. Bs. As. Argentina. <sup>5</sup> Cámara Arbitral de Cereales de la Bolsa Comercio de Santa Fe. San Martín 2231. Santa Fe. Argentina. <sup>6</sup> Dow Agrosiences. Ruta 8 km 362 (2600). Venado Tuerto - Santa Fe. Argentina. [cyntiasz@yahoo.com.ar](mailto:cyntiasz@yahoo.com.ar)

El vigor es el mejor estimador del desempeño de las semillas en el campo. En girasol ha sido evaluado a través distintos métodos, siendo el test de conductividad eléctrica (CE) uno de los más promisorios por su sencillez y practicidad. La Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) tiene como objetivo uniformar los procedimientos de evaluación de la calidad de semillas a través de Reglas Internacionales. Para que un método sea incorporado en ellas, debe someterse a un estudio colaborativo entre laboratorios (validación). Se entiende por “validación” al proceso de definición de un método analítico y su confirmación con una exactitud adecuada. Esto implica evaluar el rendimiento del método, es decir, su reproducibilidad y repetibilidad. En girasol aún no se ha propuesto un protocolo estandarizado para medir el vigor, por lo que surgió la necesidad de realizar la validación nacional entre laboratorios. El objetivo del presente fue evaluar la repetibilidad y reproducibilidad del test de CE entre y dentro de los laboratorios participantes.

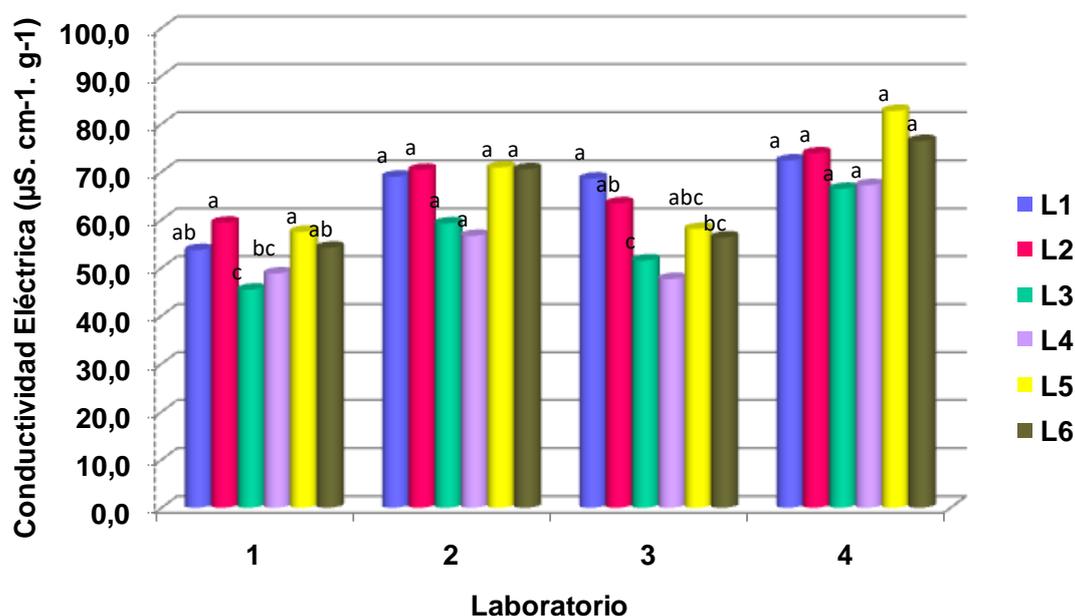
Se evaluaron 6 lotes (L) del híbrido IL01, con diferentes niveles de vigor creados bajo 3 condiciones contrastantes de almacenamiento:

- ✚ Vigor Alto (L3 y L4): 10°C ± 2 °C
- ✚ Vigor Medio (L1 y L5): entre 18 y 25 °C
- ✚ Vigor Bajo (L2 y L6): idem anterior con 24 h a 38°C cada mes.

En la validación participaron 4 laboratorios de análisis de semillas pertenecientes a: 1) EEA del INTA Oliveros; 2) FCA- UNMDP (UIB); 3) FCA-UNLZ y 4) Cámara Arbitral - Bolsa de Comercio de Santa Fé.

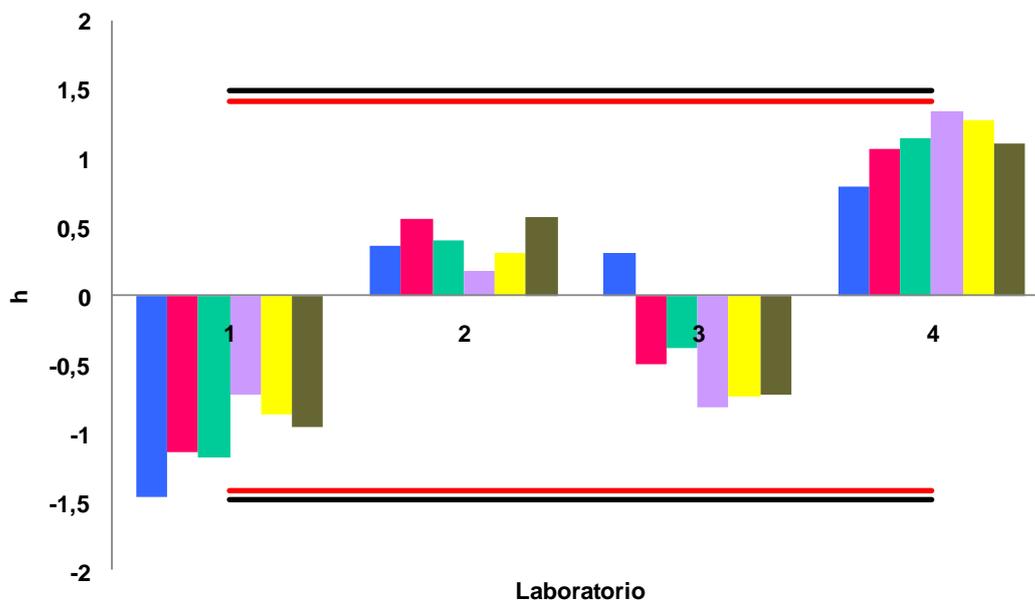
La CE se determinó a los 13 meses de almacenamiento en semillas sin pericarpio sobre 4 repeticiones de 50 incubadas en 38 ml de agua destilada a 25°C por 24 h (Braz y col., 2008). El pericarpio se eliminó mediante cortes con bisturí, con la precaución de no dañar los tejidos de semilla. Los valores de vigor se expresaron en  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  y se clasificaron en base a los rangos identificados por Szemruch y col. (2015). Se aplicó un diseño en bloques completamente aleatorizados. Se realizó análisis de varianza (ANVA) y test LSD al 5%. La reproducibilidad y la repetibilidad se analizaron mediante los índices h y k respectivamente, según ISO5725-2 (ISTA, 2017). Ambos índices se compararon con los niveles críticos al 1 y 5 % de probabilidad.

Los lotes L3 y L4 mostraron los menores valores de CE ( $45,4$  a  $51,5 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) indicando un alto vigor. Para los lotes L1, L2, L5 y L6 la CE fue elevada ( $53,6$  a  $82,6 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ) evidenciando vigor intermedio, sin diferencias significativas (Figura 1).



**Figura 1.** Conductividad eléctrica (CE), para los lotes de semillas de girasol en los diferentes laboratorios. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05\%$ , LSD test)

Los valores de h indicaron una alta reproducibilidad del método, ya que todos los lotes y laboratorios se encontraron por debajo de los niveles críticos al 1 y 5% (Figura 2).



**Figura 2.** Índices  $h$  calculados para medir la reproducibilidad entre laboratorios del método de CE en 6 lotes de semillas de girasol. La línea roja indica el nivel crítico para el 5% y la negra para el 1%.

Los valores de  $k$  indicaron una adecuada repetibilidad en los lotes dentro de cada laboratorio. Solo dos lotes estuvieron por encima de los niveles críticos al 5% (L4, laboratorio 2) y al 1% (L1, laboratorio 4) (datos no mostrados).

El test de CE identificó consistentemente las diferencias en el vigor de los lotes, siendo reproducible y repetible entre y dentro de los laboratorios participantes. Por ello resulta apropiado para ser propuesto al comité de vigor de la ISTA.

#### Bibliografía

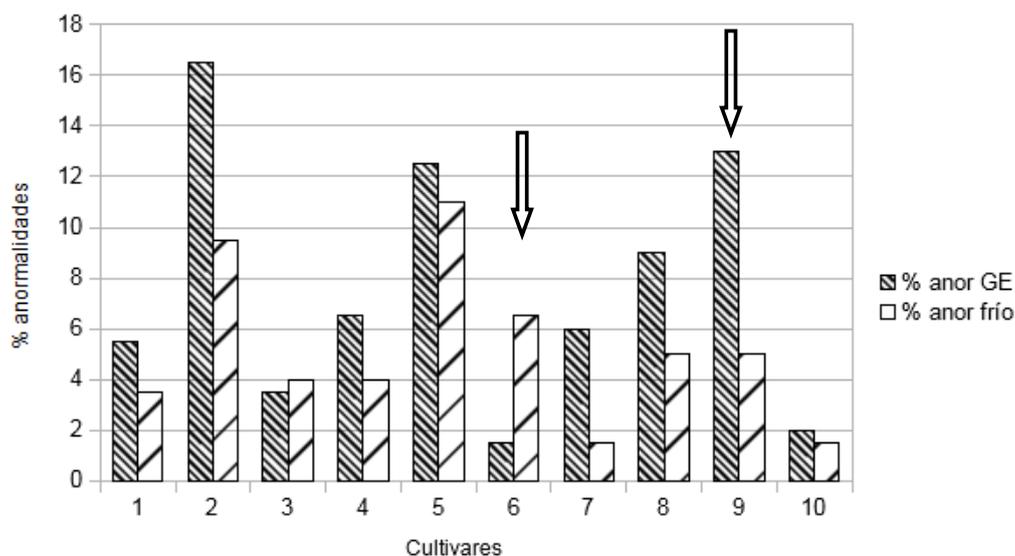
- Braz y col. (2008). Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. *Ciência Rural*, 38: 1857-1863
- ISTA 2017. *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Szemruch, y col. (2015). Ranges of vigor based on the electrical conductivity test in dehulled sunflower seeds. *Research Journal of Seed Science*, 8: 12-21

## Efecto de la germinación en frío sobre las anomalías de plántulas de girasol

Murcia, M.L. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce. Buenos Aires. [mmurcia@mdp.edu.ar](mailto:mmurcia@mdp.edu.ar)

El vigor refleja un conjunto de características para determinar el potencial de emergencia rápida y uniforme de un lote de semillas en el campo (Krzyzanowski y col, 1999). El ensayo de frío (F) es un indicador del vigor de semillas muy valioso en girasol. Para dicha evaluación se considera el porcentaje de plántulas normales comparativamente con el obtenido en el ensayo de Germinación estándar (GE). La evaluación detallada de las anomalías y la comparación de las frecuencias de aparición de las mismas no se han utilizado para comparar el desempeño germinativo de semillas de girasol en diferentes condiciones; sin embargo podría ser de utilidad al momento de estimar posibles fallas en la emergencia a campo. Con el objetivo de evaluar el efecto de la baja temperatura en el ensayo de frío sobre los tipos y frecuencia de plántulas anormales y compararlos con los obtenidos en el ensayo de germinación estándar (GE), se sembraron en condiciones de GE y de F diez muestras de diferentes cultivares de girasol de alto poder germinativo pero que presentaron fallas en la emergencia a campo, bajo siembras anticipadas, con suelo frío (datos no presentados). La siembra se efectuó en rollos de papel toalla embebido a saturación. Se sembraron 4 repeticiones de 50 “semillas” por cultivar. Se incubaron (GE) a 25°C, alternando luz – oscuridad (8 -16 horas). La siembra de F fue similar, incubando a 10 °C durante 7 días y luego a 25 °C durante 6 días más, en oscuridad. El recuento final se efectuó a los 10 días y a los 13 días respectivamente. Se discriminaron plántulas normales, anormales, semillas frescas y muertas (ISTA, 2018). Las plántulas anormales se clasificaron por órgano afectado según las reglas internacionales de ensayos de semillas (ISTA, 2006). Se trabajó con un diseño completamente aleatorizado. Se efectuó análisis de varianza y comparación de promedios. Los tipos y frecuencia de anomalías por ensayo y por cultivar se analizaron por el test de independencia. Los cultivares presentaron altos valores de plántulas normales (85 - 99%) en ambos ensayos (GE y F), sin diferencias significativas, indicando un elevado vigor. Tanto en GE como en F la mayor frecuencia de anomalías registrada correspondió a defectos en la raíz primaria (atrofiada, necrótica por infección primaria, con constricción), en el 71% de los casos en ambos ensayos, seguidas por defectos de hipocótilo (hendido longitudinalmente, curvado, formando un lazo y ausente), 14%, y siguen defectos en los cotiledones (9%) y plántula en su conjunto (6%); los valores de estas dos últimas categorías se invirtieron en los ensayos. Los porcentajes de anomalías en F no difirieron significativamente de GE en siete de los diez cultivares (Figura 1).



**Figura 1.-** Porcentaje de anomalidades en los diez cultivares en los ensayos de Frio y Germinación estándar (GE). (Las flechas indican DS entre ensayos)

Esta variable podría resultar un dato útil para evaluar el vigor, según la definición planteada inicialmente, aportando información anticipada respecto a posibles fallas en la emergencia de las plantas en el campo, más aún cuando se someten a condiciones no ideales de siembra. Sin embargo, en base a estos resultados se puede concluir que, en los cultivares evaluados, las condiciones de frío no afectaron en forma diferencial el porcentaje, ni el tipo y la frecuencia de anomalidades. Se prevé experimentar con mayor número de lotes y comparar con otros ensayos de vigor y emergencia a campo.

#### Bibliografía

- International Seed Testing Association (ISTA) 2006. Handbook of Seedling Evaluation. 3 rd Edition. Bassersdorf. Switzerland.
- International Seed Testing Association (ISTA) 2018. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf. Switzerland. 289 pp.
- Krzyzanowski y Col. (1999). Vigor de Sementes: Conceitos e testes. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Londrina. 218p.

## Evaluación de la germinación de semillas de girasol silvestre (*Helianthus annuus* spp. *annuus*)

Griffioen, W.; Digilio, A.; Clemente, N.; Troglia, C.; Echeverría, M.M.  
Unidad Integrada Balcarce: FCA/ UNMdP – EEA Balcarce/ INTA. Balcarce, BA, Argentina. [mecheverria@mdp.edu.ar](mailto:mecheverria@mdp.edu.ar)

29

El girasol cultivado, *Helianthus annuus* L., pertenece a la familia Asteraceae, que incluye alrededor de 70 especies. A nivel mundial, constituye una de las cuatro especies cultivadas más importante para la obtención de aceite vegetal, después de la soja, la colza y la palma. Las especies silvestres emparentadas constituyen una valiosa fuente de variabilidad genética para la incorporación de caracteres de importancia para el mejoramiento genético, ya que presentan genes de resistencia/tolerancia a diversos estreses bióticos y abióticos. En el INTA se encuentra el Programa de Mejoramiento Genético de Girasol, el cual se nutre del germoplasma disponible en las colecciones activas, como por ejemplo la colección de trabajo del Laboratorio de Genética de la EEA Balcarce. Con el objetivo de realizar el monitoreo de la colección de girasol, fue necesario establecer las condiciones de germinación más adecuadas para las semillas de girasol silvestre conservadas en la colección de trabajo y establecer el momento óptimo de recuento de la energía germinativa (EG) y del poder germinativo (PG).

Considerando las recomendaciones de las normas internacionales (Rao *et al.* (2007); EMBRAPA (RAS, 2009) e ISTA (2015) se realizaron los ensayos en los que se aplicaron 16 tratamientos: semillas de dos poblaciones naturales recolectadas en las inmediaciones de Huanchilla, en los años 2005 (GRR265) y 2006 (ALME007) y conservadas a 8°C con un contenido de humedad 6-8%; dos tipos de sustratos, papel y arena; dos temperaturas, 20°C y 25°C y dos pretratamientos, con y sin escarificado (corte del extremo opuesto al eje embrionario). Se efectuaron dos ensayos bajo un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y la unidad experimental estaba conformada por 25 semillas. Todos los tratamientos mantuvieron idénticas condiciones de iluminación y alternancia de luz-oscuridad (8-16h), según recomendaciones de ISTA (2015). Se efectuaron observaciones desde el día posterior a la siembra y dos veces por semana, para determinar EG, proporción de semillas germinadas y PG, número de plántulas normales establecidas. Realizadas las curvas emergencia (3, 6,13 y 21 días), se estableció la EG a los 6 días y el PG a los 13 días desde iniciado el ensayo. La población GRR265 presentó los mayores valores de EG a 20°C, con corte y en arena mientras que la población ALME007 mostró los mayores valores de EG a 20°C, sin corte y en papel. Respecto al PG, tanto la población GRR265 como la población ALME007, presentaron la mayor proporción de plántulas normales en papel, sin corte y a 20°C. Si bien la escarificación generó una rápida hidratación de las semillas de girasol silvestre incrementando la velocidad de germinación y favoreciendo la EG, no mejoró la germinación ni la producción de plántulas normales. A largo plazo produce mayor proporción de plántulas anormales y menores valores de PG. Los valores máximos de PG obtenidos para ALME007 (56%) y GRR265 (49%), indicarían la necesidad de recolectar nuevamente las poblaciones.



De manera general se podría recomendar, como condiciones de germinación más adecuadas para las semillas de girasol silvestre *Helianthus annuus* ssp. *annuus*, sustrato papel, 20°C y sin escarificado de la semilla, ya que se obtiene mayor proporción de plántulas normales.

30

#### Bibliografía

- ISTA. (2015). International rules for seed testing. ISTA: Bassersdorf. Switzerland. 441p.
- Rao, N.K.; Hanson, J.; Dulloo, M.E.; Ghosh, K.; Novell, D.; Larinde, M.. (2007). Manuales para Bancos de Germoplasma N°8, 147 p.
- RAS - Regras para Análise de Sementes. (2009). Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. 389 p.

## Efecto del contenido hídrico y la temperatura durante el almacenaje sobre la salida de la dormición en frutos de girasol (*Helianthus Annuus*)

Arata Gonzalo Joaquín<sup>1</sup>, Riveira Rubín Mailén<sup>2</sup>, Batlla Diego<sup>2</sup> y Rodríguez María Verónica<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IFEVA (CONICET) / Cátedra de Cultivos Industriales (FAUBA). <sup>2</sup> IFEVA (CONICET) / Cátedra de Cerealicultura (FAUBA). <sup>3</sup> IFEVA (CONICET) / Cátedra de Fisiología Vegetal (FAUBA). FAUBA: Av San Martín 4453, C1417DSE-CABA, Argentina. [aratagon@agro.uba.ar](mailto:aratagon@agro.uba.ar)

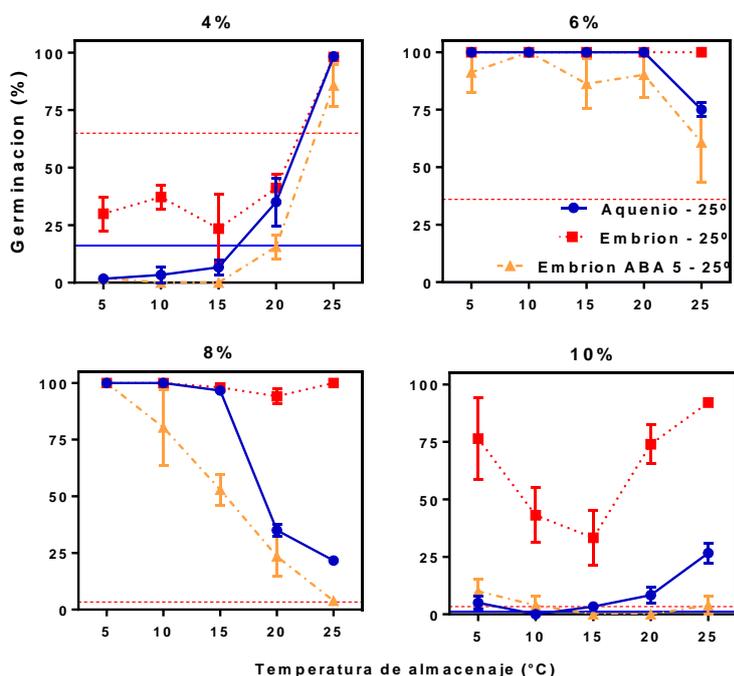
Los frutos de girasol (aquenios) suelen tener altos niveles de dormición primaria al momento de la cosecha, impidiendo la germinación en un amplio rango de temperaturas de incubación [1; 2]. Dicha dormición puede perdurar por varias semanas o meses, siendo un problema para la industria que produce semilla híbrida de alto valor comercial [3] en especial para el abastecimiento a mercados de contra-estación. La dormición en girasol disminuye durante el almacenaje (o post-maduración) en seco. Este proceso es afectado por la temperatura de almacenaje en muchas especies [4], incluyendo girasol [5]. Estudios en diferentes especies muestran que, generalmente, mayores temperaturas durante el almacenaje aceleran la salida de la dormición en [4], aunque esto puede verse afectado por el contenido de humedad de las semillas [6]. La información publicada en girasol resulta ambigua o incluso contradice este patrón general, pudiendo deberse a variaciones en el contenido de humedad de los frutos. Los efectos del contenido de humedad y de la temperatura sobre la dormición parecen ser complejos y muestran fuertes interacciones en semillas de varias especies, que aún no ha sido caracterizado en detalle en girasol. Tampoco se ha evaluado el efecto de las mismas sobre la dormición impuesta por cubiertas.

En este trabajo se investigó el efecto del ambiente de almacenaje sobre la dinámica de salida de la dormición de frutos secados a diferentes contenidos de humedad (4, 6, 8 y 10% base PS) y almacenados a cinco temperaturas.

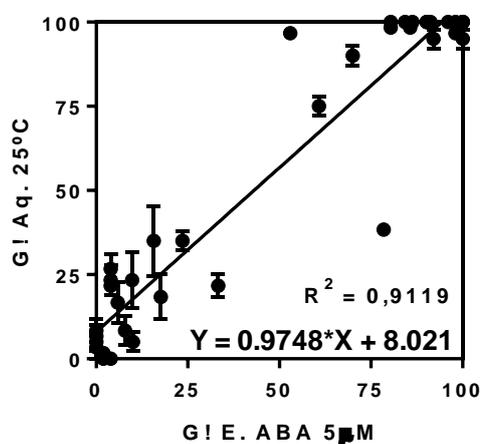
Metodología: Se cultivó en el campo experimental de FAUBA la línea endocriada 600 (EEA-INTA Pergamino). Se cosechó con 11-12% humedad y luego de trillar manualmente los frutos (repartidos en 4 muestras iguales) se colocaron en secadora experimental (aire forzado a 35°C) por diferentes tiempos hasta alcanzar humedades de 10, 8 y 6% (en base seca). Para la muestra con 4% se continuó el secado en un contenedor con sílica (a 25°C). Una vez alcanzados los valores de humedad se iniciaron los tratamientos de almacenaje. Se colocaron 10 gramos de aquenios de cada tratamiento de humedad en frascos de vidrio de 100 cm<sup>3</sup>, sellados herméticamente con tapones de goma y grasa siliconada y luego se almacenaron en cámaras con temperatura controlada (5, 10, 15, 20 y 25°C). A los 30 y 70 días de almacenaje (DDA) se evaluó germinación de aquenios y embriones en agua a 10 y 25°C, y de embriones en agua y ácido abscísico (ABA).

Resultados: Para aquenios almacenados con 4% de humedad, altas temperaturas (20-25°C) de almacenaje promovieron la salida de la dormición de frutos y embriones, mientras que con 8% de humedad este patrón de respuesta a la temperatura se invirtió. En frutos con 6% de humedad, la salida de la dormición fue promovida por temperaturas de almacenaje entre 5 y 20°C, siendo menos efectivo el almacenaje a 25°C. Finalmente, en frutos con 10% de humedad la dormición se

mantuvo en casi todo el rango térmico. En cuanto a la germinación de embriones en ABA, se observó un patrón de respuesta similar al de los aquenios. La germinación final de embriones en ABA se correlacionó fuertemente con la de aquenios, sugiriendo que la pérdida de dormición durante el almacenaje en seco estaría mediada por cambios en la sensibilidad a esta hormona.



**Figura 1:** Germinación a 25°C de incubación en aquenios en agua (puntos y líneas azules), embriones en agua (cuadros y líneas rojas), embriones en ABA 5µM (triángulos y líneas amarillas) en función de la temperatura de almacenaje para semillas almacenadas a 4, 6 (arriba), 8 y 10% (abajo) a los 30 días desde la cosecha.



**Figura 2:** Germinación de aquenios a 25° en función de la germinación de embriones aislados en ABA 5  $\mu\text{M}$  a los 30 y 70 días de cosecha para el conjunto de tratamientos de humedad y temperatura durante el almacenaje.

33

### Bibliografía

- Cseresnyes, Z. 1979. Studies on the duration of dormancy and methods of determining the germination of dormant seeds of *Helianthus annuus*. *Seed Sci. Technol.* 7: 179– 188.
- Corbineau, F., Bagniol S. y Côme D. (1990). Sunflower seed dormancy and its regulation by ethylene. *Israel J of Botany* 39: 313-325.
- Maiti, R.K. Vidyasagar P., Shahapur S. C. and Seiler G. J. (2006). Studies on genotypic variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.) *Indian J. Crop Science*, 1(1-2): 84-87
- Probert, 2000
- Bazin J, Batlla D, Dussert S, El-Maarouf-Bouteau H and Bailly C (2011a) Role of relative humidity, temperature, and water status in dormancy alleviation of sunflower seeds during dry after-ripening. *Journal of Experimental Botany* 62, 627–640.
- Baskin JM and Baskin CC (1976) High temperature requirement for afterripening in seeds of winter annuals. *New Phytologist* 77, 619–624.
- Ellis RH, Hong TD and Roberts EH (1995) Survival and vigour of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds stored at low and very-low moisture contents. *Annals of Botany* 76, 521–534.

## Regulación de la germinación en semillas de girasol: ácido abscísico, giberelinas y estrigolactonas

34

Del Bel, Z.<sup>1</sup>; Cumin, S.<sup>1</sup>; Reynaga, R.<sup>1</sup>; Della Maddalena, M.<sup>2</sup>; Andrade, A.<sup>1,3</sup>; Vigliocco, A.<sup>1,3</sup>; Aleman, S.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina, <sup>2</sup> Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA). Pergamino, Argentina. <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Agrobiotecnológicas (INIAB); (CONICET - UNRC). Email: [salemano@exa.unrc.edu.ar](mailto:salemano@exa.unrc.edu.ar)

El girasol (*Helianthus annuus* L.) presenta problemas de dormición en semillas, la cual está controlada por el embrión, la testa y/o el pericarpo. La germinación y dormición son procesos modulados principalmente por el balance ácido abscísico (ABA)/ giberelinas (GAs). Además, otros grupos hormonales entre ellos las estrigolactonas (SLs), también participan en su regulación (Shu et al., 2016). La presencia de dormición en semillas de cultivos como girasol, es una característica no deseada. Así, se han desarrollado diferentes tratamientos con el fin de superar este problema (Maiti et al., 2006). En este estudio se evaluaron tres líneas puras de girasol (LP) según el grado de dormición en base a su capacidad germinativa. Semillas LP1 (Xi3) y LP2 (Xi3dm) fueron caracterizadas como dormidas, presentando LP1 mayor nivel de dormición. Contrariamente, semillas LP3 (X274) no presentaron dormición a cosecha. El nivel endógeno de ABA fue mayor en eje embrionario y cotiledones de semillas secas LP1 y LP2 respecto de LP3. Contrariamente, GA<sub>1</sub> y deoxiestrigol fueron superiores en eje embrionario y cotiledones LP3. Altos niveles endógenos de ABA y GA<sub>1</sub> fueron registrados en cubiertas seminales (testa + pericarpo) de semillas secas de la línea X274 (LP3). Los tratamientos exógenos con GA<sub>3</sub> y ethephon solo o combinados fueron efectivos en la ruptura de la dormición de semillas LP1 y LP2. En eje embrionario LP1, estos tratamientos, no modificaron ABA respecto a la condición control durante la imbibición temprana. Los niveles endógenos de GA<sub>1</sub> aumentaron; mientras que la relación ABA/GA<sub>1</sub> disminuyó respecto a la condición control a las 12 h de imbibición. Los resultados muestran que ABA estaría involucrado con la imposición de la dormición; mientras que GA<sub>1</sub> y deoxiestrigol participarían en la germinación de semillas de girasol. La aplicación de GA<sub>3</sub> y ethephon disminuyeron la relación ABA/GA<sub>1</sub> en eje embrionario LP1 durante la imbibición desencadenando la germinación.



## Bibliografía

-Maiti y col. (2006) Studies on genotype variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). *Indian J. Crop Sci.* 1:84-87.

-Shu y col. (2016) Two faces of one seed: hormonal regulation of dormancy and germination. *Mol. Plant.* 9:34-45.

## Umbral mínimo de citocininas por debajo del cual se desencadena la senescencia foliar en híbridos de girasol con patrones de senescencia foliar contrastante (Stay-Green y Fast Dry-Down)

36

Mangieri, M.A.<sup>1</sup>; Hall, A. J.<sup>2</sup>, Chimenti, C.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Semillas; <sup>2</sup> IFEVA, Universidad de Buenos Aires/CONICET, Facultad de Agronomía, UBA, Buenos Aires, Argentina. [mangieri@agro.uba.ar](mailto:mangieri@agro.uba.ar)

La concentración de citocininas disminuye en hojas senescentes, y esto se ha propuesto como una de las señales clave para disparar la senescencia. El objetivo de este trabajo fue establecer el umbral mínimo de citocininas por debajo del cual se puede desencadenar la senescencia foliar en híbridos de girasol con patrones de senescencia contrastante ("Stay-Green" SG demorada y "Fast Dry-Down" FDD rápida) en tratamientos control y desgranado. Se hipotetiza que a través de aplicaciones exógenas de citocininas, se puede revertir y/o demorar el proceso de inicio de senescencia foliar. Los cultivos fueron conducidos a campo, sin limitaciones hídricas ni nutricionales a una densidad de 7,5 plantas m<sup>-2</sup>. El diseño experimental fue de parcelas divididas con cinco repeticiones. Se realizaron tres aplicaciones exógenas de 8 ppm de 6-bencilaminopurina (BAP, sintético) o de 8 ppm de trans-Zeatina (Z, natural) sobre hojas de la posición 17 (sentido acrópeto) de los tratamientos control de ambos híbridos, desde el inicio de su senescencia determinada como el momento de caída en la concentración de clorofila total (Mangieri et al., 2017). El foco del análisis fue el contraste de las variables de respuesta trans-Zeatina (TZ), clorofila total (CT) y fotosíntesis neta (Pn), ante las aplicaciones exógenas en cada híbrido para los tratamientos controles. Además, se contrastaron dichas variables para cada híbrido entre ambos tratamientos sin aplicaciones. Las dos primeras aplicaciones exógenas de citocininas (tanto de BAP como de trans-Zeatina) en ambos híbridos condujeron a aumentos o a mantenimientos, con una duración variable, de las variables analizadas. La estimación del umbral de TZ para el híbrido FDD fue de 245 ng.g<sup>-1</sup> de peso fresco y para el híbrido SG fue de 542 ng.g<sup>-1</sup> de peso fresco. No se encontraron diferencias significativas (p>0.05) entre estas estimaciones del valor umbral y los valores del *plateau* que exhibieron las hojas de la posición 17 del tratamiento control en cada híbrido. Las diferencias entre los momentos de cambio de pendiente de Pn y TZ no fueron estadísticamente significativas (p>0.05) de los de CT en ambos híbridos para los tratamientos controles. A diferencia de ellos, en los tratamientos desgranados los momentos de inicio de la caída de los valores de trans-Zeatina fueron anteriores (p<0.05) que los de CT y Pn, variables que comenzaron a disminuir (p<0.05) recién cuando los valores de TZ alcanzaron los umbrales determinados en los controles correspondientes a cada híbrido. Las aplicaciones exógenas de citocininas muestran que en la medida que se mantienen las concentraciones iniciales de citocininas en hojas el inicio del proceso de senescencia se retrasa. No existe, en la bibliografía, resultados como estos, en híbridos de girasol o en genotipos de otras especies con patrones de senescencia foliar contrastante.

## **Citocininas: El nexa de la relación Raíces-Fluido Xilemático-Senescencia foliar, en híbridos de girasol con patrones de senescencia foliar contrastante (Stay-Green y Fast Dry-Down)**

37

Mangieri, M.A.<sup>1</sup>; Hall, A. J.<sup>2</sup>, Chimenti, C.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Semillas; <sup>2</sup> IFEVA, Universidad de Buenos Aires/CONICET, Facultad de Agronomía, UBA, Buenos Aires, Argentina. [mangieri@agro.uba.ar](mailto:mangieri@agro.uba.ar)

Las citocininas sintetizadas en el sistema radical se mueven hacia la parte aérea a través del xilema. El objetivo de este trabajo, fue realizar un seguimiento de la dinámica de la cantidad de citocininas presentes en el fluido xilemático (CTFX) recogidas durante el llenado de frutos, y sus asociaciones con la densidad longitudinal de raíces vivas (DLRV) y con la senescencia foliar, en híbridos de girasol con patrones de senescencia contrastante ("Stay-Green" SG demorada y "Fast Dry-Down" FDD rápida) en tratamientos control y desgranado. Con respecto a ello, se postula que CTFX está asociada positivamente con la DLRV, exhibiendo el híbrido SG y los tratamientos desgranados mayores niveles de DLRV y de CTFX que el híbrido FDD y los tratamientos controles, lo cual repercute en el momento de inicio y en la tasa de senescencia foliar. Los cultivos fueron conducidos a campo, sin limitaciones hídricas ni nutricionales a una densidad de 7,5 plantas m<sup>-2</sup>. El diseño experimental fue de parcelas divididas con cinco repeticiones. El foco del análisis fue el contraste entre híbridos y tratamientos de las variables de respuesta a nivel de cultivo: DLRV, CTFX, índice de área foliar verde (IAFV); y a nivel de hoja trans-Zeatina (TZ), clorofila total (CT) y fotosíntesis neta (Pn). En ambos híbridos y tratamientos se encontró una asociación significativa ( $p < 0.05$ ) entre la caída en los niveles de CTFX y TZ con la disminución en la DLRV. Además, la caída en la DLRV siempre antecedió al inicio de la disminución del IAFV. Respecto a las variables DLRV, CTFX, IAF, TZ, CT y Pn los valores fueron mayores ( $p < 0.05$ ) y las caídas significativamente posteriores en SG y en los tratamientos desgranados. Estos son los primeros resultados que muestran una asociación significativa ( $p < 0.05$ ) entre la dinámica del sistema radical (DLRV), las variaciones en los niveles de citocininas en el fluido xilemático (CTFX) y su efecto sobre el inicio de la senescencia foliar en cultivos de girasol y en otras especies, y demuestran que los cambios en la partición de los hidratos de carbono a favor de las raíces retrasan el inicio de la senescencia foliar.

## Genómica funcional del proceso de senescencia foliar en girasol: identificación de vías metabólicas y genes candidatos mediante la integración de datos transcriptómicos, metabolómicos y fenotípicos

38

Nicosia Salvador<sup>a,b</sup>, Moschen Sebastián<sup>a,b</sup>, Marino Johanna<sup>c</sup>, Rivarola Maximo<sup>a,b</sup>, Alvarez Daniel<sup>d</sup>, Dosio Guillermo<sup>b,e</sup>, Nicolas Langlade<sup>d</sup>, Paniego Norma<sup>a,b</sup>, Heinz Ruth<sup>a,b</sup>, Fernandez Paula<sup>a,b,c</sup>

a- Instituto de Biotecnología, CICVyA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. b- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires, Argentina. c- Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de San Martín. San Martín. Buenos Aires, Argentina. d- EEA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Manfredi Córdoba, Argentina. e- Unidad Integrada EEA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcarce-Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. d- Laboratoire Interactions Plantes Microorganismes. INRA-CNRS. Toulouse, France. [fernandez.pc@inta.gob.ar](mailto:fernandez.pc@inta.gob.ar)

El proceso de senescencia es la etapa final del desarrollo de la hoja que precede a la muerte celular, controlado por múltiples variables genéticas y ambientales. Una vez que se desencadena el programa de senescencia, se producen cambios altamente regulados en la expresión génica, que conducen a cambios profundos en el metabolismo de las hojas (Buchanan-Wollaston et al., 2003). Esta fase activa del desarrollo de la planta involucra procesos de degradación y movilización de nutrientes que podrían reducir el rendimiento del cultivo cuando se induce prematuramente (Gregersen et al., 2013).

En un estudio anterior, aplicamos la tecnología de micromatrices (Fernandez et al., 2012a) para estudiar el progreso de la senescencia de la hoja en un híbrido comercial de girasol analizando el perfil transcriptómico y metabólico dentro de un enfoque de biología de sistemas (Moschen et al., 2016a, b). Estos resultados permitieron la identificación de un catálogo de genes candidatos involucrados en el programa de senescencia de la hoja en este cultivo.

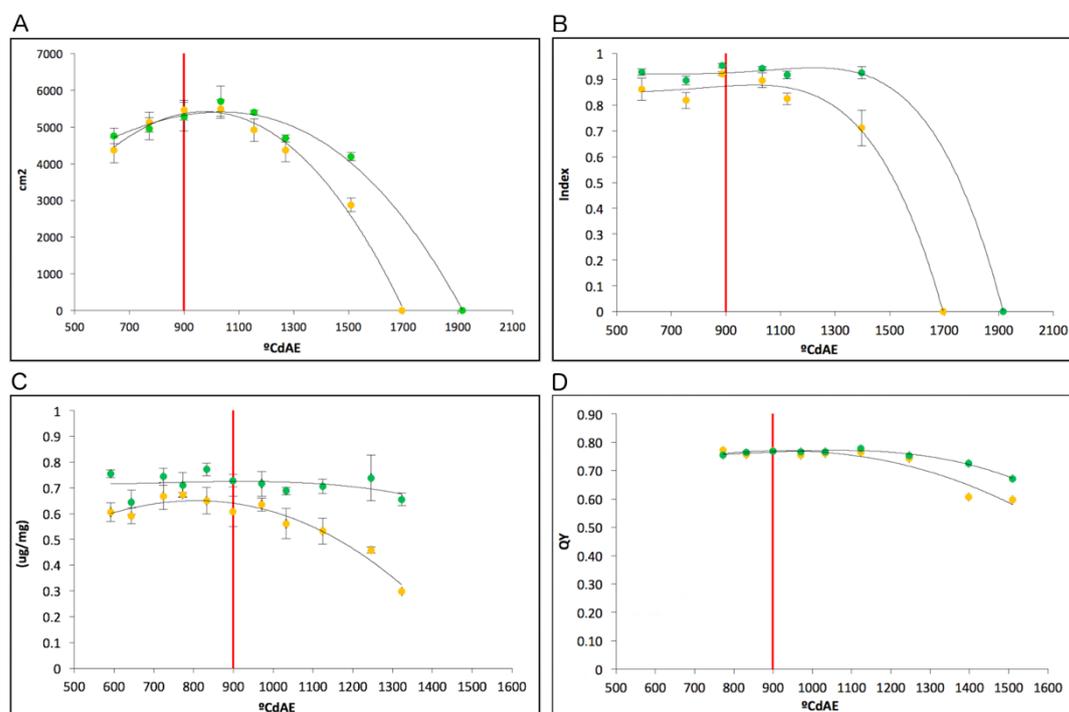
Teniendo en cuenta la importancia y la necesidad de caracterizar las líneas puras para el cultivo de girasol, recientemente hemos realizado una selección de líneas endocriadas de girasol (Les) pertenecientes al Banco de Germoplasma de INTA contrastantes para el progreso de la tasa senescencia foliar en condiciones de campo a través de un enfoque fisiológico, citológico y molecular (López Gialdi et al., 2016). En ese estudio, identificamos y caracterizamos las dos líneas más contrastantes con respecto a su tasa de senescencia foliar, R453 y B481-6, que mostraron fenotipos de senescencia temprana y tardía, respectivamente.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar fisiológica y molecularmente las líneas R453 y B481-6, contrastantes para el proceso de senescencia foliar mediante distintas estrategias ómicas de alta procesividad.

En el presente estudio identificamos tanto las rutas metabólicas asociadas con la senescencia de las hojas en el girasol, así como también, factores de transcripción que representan genes candidatos útiles para el mejoramiento de cultivos.

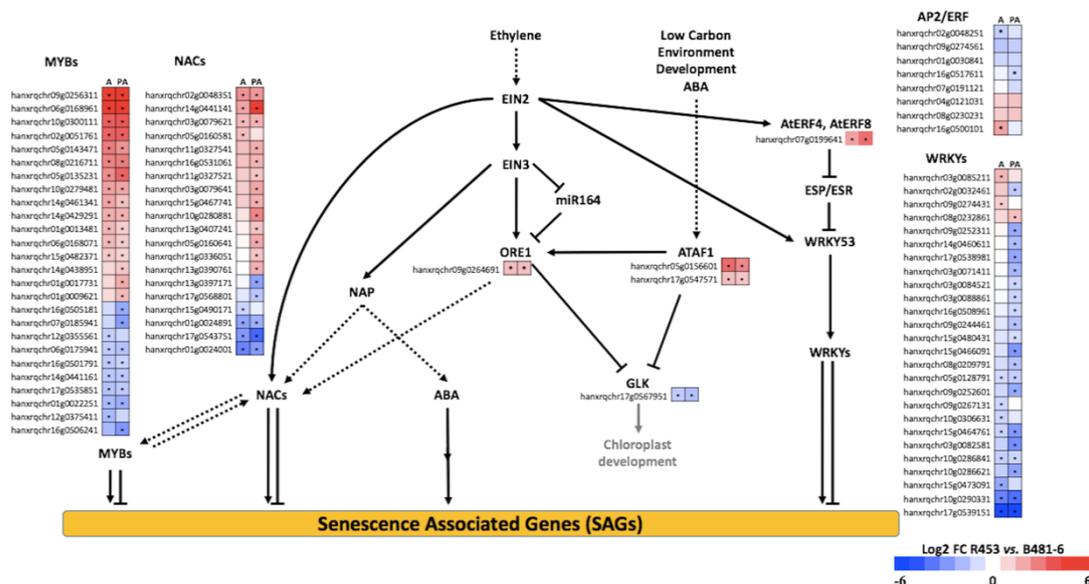
A nivel fisiológico, los genotipos R453 y B481-6, presentaron una fenología similar hasta anthesis; a partir de este momento la línea R453 mostró una rápida caída en el área foliar e intercepción de

radiación del canopeo, una disminución en el contenido de clorofilas y en la eficiencia del fotosistema II en relación al genotipo B481-6, el cual presentó un retraso en la senescencia post-antesis (Figura 1). Asimismo, estos genotipos fueron evaluados a través de una aproximación de biología de sistemas empleando análisis transcritoómicos (*RNAseq*) y metabolómicos.



**Figura 1:** Mediciones fisiológicas del progreso de la senescencia. (a) área foliar; (b) Índice de intercepción de radiación en el canopeo; (c) Contenido de clorofila de la hoja 15; (d) Rendimiento cuántico del fotosistema II de la hoja 15. Los puntos naranja y verde representan las líneas R453 y B481-6 respectivamente. La línea roja indica el tiempo de antesis. °CdAE indican el tiempo térmico desde emergencia.

Estos resultados evidenciaron una activación temprana del proceso en el genotipo de senescencia temprana (R453), asociado a una activación de las vías de degradación de proteínas, lípidos y componente de pared celular y en asociación con el reciclaje de nutrientes. Además, este genotipo mostró altos niveles de expresión de factores de transcripción de las familias NAC, MYB y WRKY, algunos de ellos reportados como asociados a la senescencia en especies modelo (Figura 2).



**Figura 2:** Factores de transcripción asociados a la vía de señalización del etileno. Los cuadrados indican la relación de expresión en la escala logarítmica (log<sub>2</sub>) R453 vs. B481-6 en la antesis (A) y posterior a la antesis (PA). Los asteriscos indican diferencias significativas, p-adj < 0.05.

Factores de transcripción seleccionados como posibles activadores del proceso, fueron clonados y sobreexpresados en Arabidopsis a fin de caracterizarlos funcionalmente. Estas plantas de Arabidopsis transgénicas fueron evaluadas, adicionalmente, en la plataforma de fenotipado Phenopsis (INRA – Montpellier).

Los resultados de este trabajo comprenden una visión global de la senescencia foliar post-antesis a niveles fisiológicos, transcriptómicos y metabólicos que permitirán comprender los mecanismos moleculares asociados con este proceso, los cuales resultan claves para el mejoramiento genético del cultivo.



## Bibliografía

- Buchanan-Wollaston, V., Earl, S., Harrison, E., Mathas, E., Navabpour, S., Page, T., and Pink, D. (2003) *The molecular analysis of leaf senescence--a genomics approach*. *Plant Biotechnol. J.*, **1**, 3–22.
- Dosio, G.A.A., Aguirrezábal, L.A.N., Andrade, F.H., Pereyra, V.R., Aguirrezabal, L.A.N., Andrade, F.H., and Pereyra, V.R. (2000) *Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids*. *Crop Sci.*, **40**, 1637–1644.
- Fernandez, P., Di Rienzo, J.A., Moschen, S., Dosio, G.A., Aguirrezabal, L.A., Hopp, H.E., et al. (2011) *Comparison of predictive methods and biological validation for qPCR reference genes in sunflower leaf senescence transcript analysis*. *Plant Cell Rep*, 63–74.
- Gregersen, P.L., Culetic, A., Boschian, L., and Krupinska, K. (2013) *Plant senescence and crop productivity*. *Plant Mol. Biol.*, 603–22.

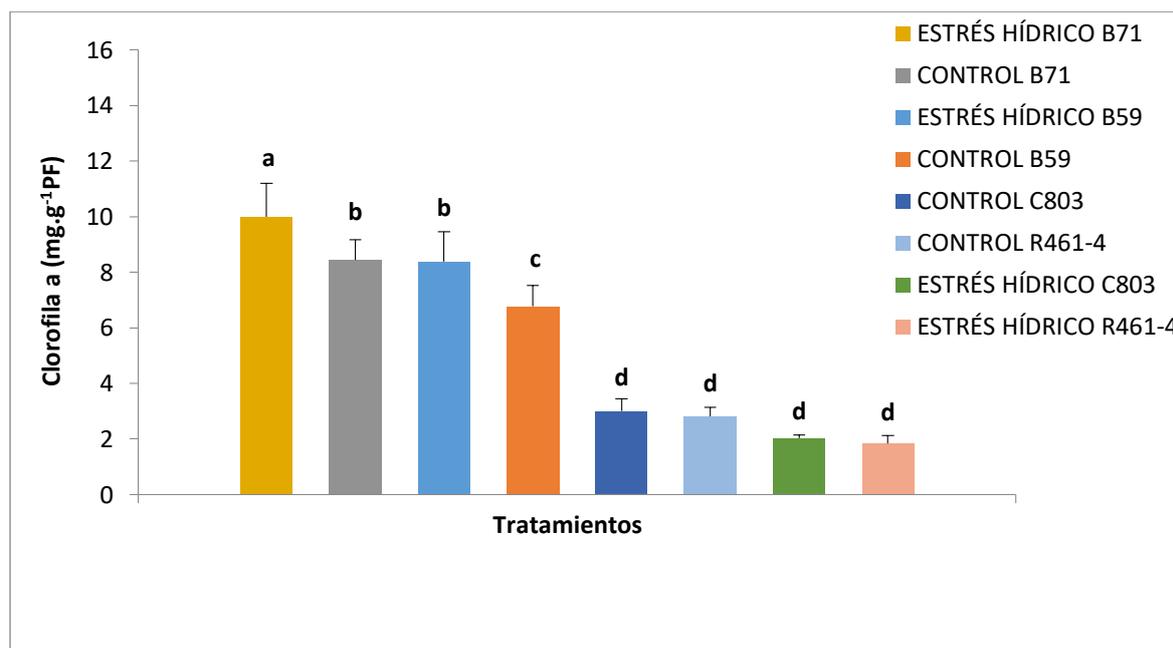
## Efecto del estrés hídrico sobre indicadores bioquímicos de daño oxidativo en plantas de girasol durante el crecimiento vegetativo

Ramírez, F.<sup>1</sup>; Ávila, M.<sup>1</sup>; Boero, A.<sup>1</sup>; Vigliocco, A.<sup>1,3</sup>; Álvarez, D.<sup>2</sup>; Andrade, A.<sup>1,3</sup>; Alemano, S.<sup>1,3</sup> Andrea Andrade y Sergio Alemano contribuyeron por igual al trabajo y comparten la última autoría

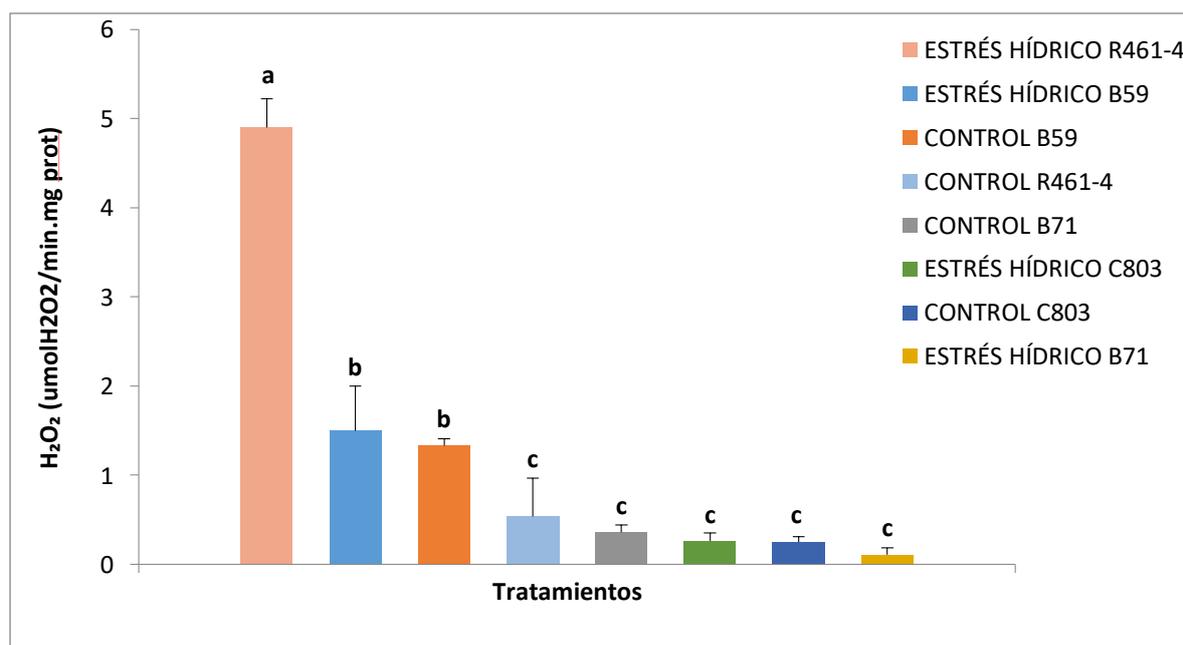
<sup>1</sup> Laboratorio de Fisiología Vegetal, Fac. de Cs. Ex.-Fco.-Qcas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) (5800)-Río Cuarto, Córdoba, Argentina, <sup>2</sup> EEA-INTA Manfredi, Córdoba, Argentina, <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Agrobiotecnológicas (INIAB); (CONICET - UNRC). Email: [aandrade@exa.unrc.edu.ar](mailto:aandrade@exa.unrc.edu.ar) – [salemano@exa.unrc.edu.ar](mailto:salemano@exa.unrc.edu.ar)

Es bien conocido que el estrés hídrico produce alteraciones en diversos procesos morfo-fisiológicos y bioquímicos, entre otros. Algunas de las modificaciones bioquímicas consisten en el deterioro de la estructura de la membrana celular así como la acumulación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y cambios en la concentración de pigmentos fotosintéticos. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto del estrés hídrico sobre parámetros bioquímicos asociados al daño oxidativo gatillado por dicho estrés. Para ello, plantas de cuatro líneas endocriadas de girasol (B59, B71, C803 y R461-4) fueron sembradas en macetas de plástico utilizando suelo como sustrato. Una vez sembradas, la superficie de cada maceta se cubrió con 6 gr de perlita con la finalidad de reducir al mínimo la evaporación del suelo y permitir que sólo ocurra transpiración por parte de la planta. Las macetas se colocaron en Cuartos Ambientales GR48 Conviron programados con un fotoperíodo de 8 horas de oscuridad a 18°C y 90% HR y 16 horas de luz (200  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ) a 28°C y 85% HR y durante los primeros 30 días se mantuvieron a capacidad de campo mediante riegos diarios. Posteriormente, y una vez que la octava hoja alcanzó una longitud mínima de 40 mm (estadio V8), comenzó el desecamiento de las plantas hasta alcanzar un potencial agua de -0.65 MPa (tratamiento de estrés hídrico). Durante los 15 días posteriores se mantuvo a las plantas control en valores cercanos a capacidad de campo y a las plantas de la condición de estrés en valores cercanos a -0.65 MPa. Las líneas B59, B71 y R461-4 mostraron aumentos significativos en el poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) en parte aérea, mientras que no se detectaron diferencias significativas en malondialdehído (MDA). En parte radical, R461-4 fue la línea más afectada por el estrés, mostrando aumentos significativos en los niveles de FRAP y MDA. Para MDA, B71 mostró disminución y C803 incremento significativo en respuesta al estrés hídrico. En R461-4 se observó un incremento significativo de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) en parte aérea y radical de plantas estresadas. La parte aérea de C803 presentó los menores niveles en relación a las demás líneas. En parte radical, B59 exhibió niveles elevados de  $\text{H}_2\text{O}_2$  en respuesta al estrés hídrico. La mayor actividad enzimática se registró para superóxido dismutasa (SOD) y ascorbato peroxidasa (APX) en parte aérea de C803. Respecto a pigmentos fotosintéticos, la concentración de clorofilas a y b fue afectada por el estrés hídrico en C803 y R461-4. En cuanto a carotenoides, ninguna de las líneas presentó cambios significativos en respuesta al estrés hídrico. Los resultados indicarían que el estrés oxidativo fue mitigado en mayor medida en B71 -línea oportunamente caracterizada como tolerante a estrés hídrico-, debido a que mostró mayor poder antioxidante, menor daño celular y estabilidad en pigmentos fotosintéticos. Se plantea continuar con el abordaje integral del estudio de la arquitectura del sistema radical de plantas de girasol cuando

éstas quedan expuestas a eventos de estrés hídrico en ambientes agrícolas marginales como los de nuestra Región pampeana subhúmeda-semiárida.



**Figura 1.** Concentración de clorofila a en parte aérea de plantas controles y estresadas de las líneas B59, B71, C803 y R461-4. Letras diferentes indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ .





**Figura 2.** Concentración de  $H_2O_2$  en parte aérea de plantas controles y estresadas de las líneas B59, B71, C803 y R461-4. Letras diferentes indican diferencias significativas a  $P < 0,05$ .

#### Bibliografía

- Grassini y col. (2009). Benchmarking sunflower water productivity in semiarid environments. *Field Crop Res.* 110:251-262.
- Oukarroum y col. (2009). Drought stress effects on photosystem-I-content and photosystem II thermotolerance analysed using Chl  $\alpha$  fluorescence kinetics in barleys varieties differing in their drought tolerance. *Physiol Plant.* 137:188-189.
- Ghobadi y col. (2013). Antioxidant capacity, photosynthetic characteristics and water relations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in response to drought stress. *Ind Crops Prod.* 50:29-38.
- Basu y col. (2016). Plant adaptation to drought stress. *Crop Soil Environ Sci.* 5:1554.
- Nxele y col. (2017). Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. *S Afr J Bot.* 108:261-266.

## **Efecto del estrés hídrico en el rendimiento y calidad de semillas de diferentes líneas endocriadas de girasol**

### **Effect of water stress on the performance and quality of seeds in different sunflower inbred lines**

45

Heinz, N.<sup>1</sup>; Ramirez, F.<sup>2</sup>; Avila, M.<sup>2</sup>; Mazzalay, A.<sup>1</sup>; Alvarez, D.<sup>1</sup>; Andrada, A.<sup>2</sup>; Alemano, S.<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> EEA INTA Manfredi. Córdoba, Argentina, <sup>2</sup> Universidad Nacional de Rio Cuarto. Córdoba, Argentina. [heinz.nicolas@inta.gob.ar](mailto:heinz.nicolas@inta.gob.ar)

El cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) constituye la segunda especie oleaginosa en importancia por superficie y producción de la Argentina (ASAGIR, 2017a). Mostrando en los últimos años inestabilidad en el rendimiento debido a las fluctuaciones en las condiciones ambientales, agravadas por el traslado del cultivo hacia zonas marginales (ASAGIR, 2017b).

Con el objetivo de definir caracteres que permitan una selección rápida y eficiente de materiales genéticos de girasol en respuesta al estrés hídrico se realizó una caracterización de parámetros de rendimiento y de calidad de semillas en 8 líneas endocriadas (LE) expuestas a condiciones de estrés hídrico, evaluado a campo en EEA INTA Manfredi, Córdoba

El diseño experimental utilizado fue de bloques incompletos Lattice en parcelas divididas con 4 repeticiones al azar colocadas en 3 hileras de 5 m., a un distanciamiento entre surcos de 70 cm.

La condición de estrés hídrico se logró mediante la colocación de bandas de polietileno de 150  $\mu$ m de espesor entre los surcos en estadio V6-V8 generando un estrés progresivo hasta fin de ciclo. La condición de estrés hídrico contrastante se logró mediante riego complementario en el tratamiento sin estrés.

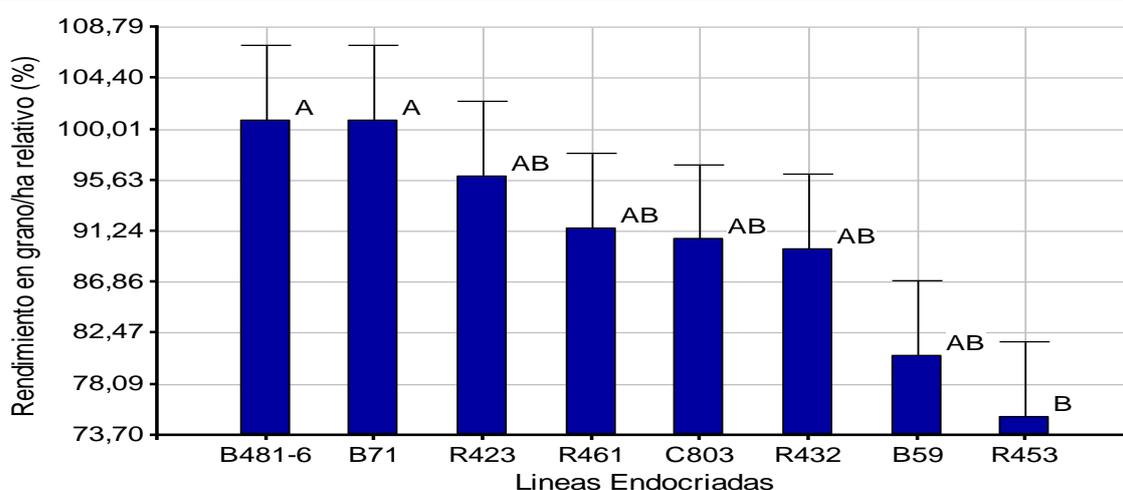
El seguimiento del nivel hídrico en suelo se realizó mediante balance hídrico (Martellotto y col. 2004). Se determinó el contenido hídrico del suelo entre 0-200 cm previo la siembra, estadios R3-R5 y R9 (Schneiter y Miller, 1981). Dando como resultado 15.72 mm de agua útil a la profundidad 0-100 en el estadio R9 pudiendo indicar la intensidad del estrés generado. Se realizaron análisis físico-químicos de suelo en los primeros 60 cm.

Se evaluaron plantas.ha<sup>-1</sup>, altura de planta a floración, número de capítulos cosechados.parcela<sup>-1</sup>, peso de 1000 semillas, N° de granos.planta<sup>-1</sup>, rendimiento de granos.ha<sup>-1</sup>, contenido de aceite por RMN y rendimiento de materia grasa.ha<sup>-1</sup>. Se realizaron evaluaciones de calidad de semillas: viabilidad por tetrazolio según ISTA (2017), vigor por "cold test" según Bruggink et al. (1991), energía y poder germinativo según ISTA (2017).

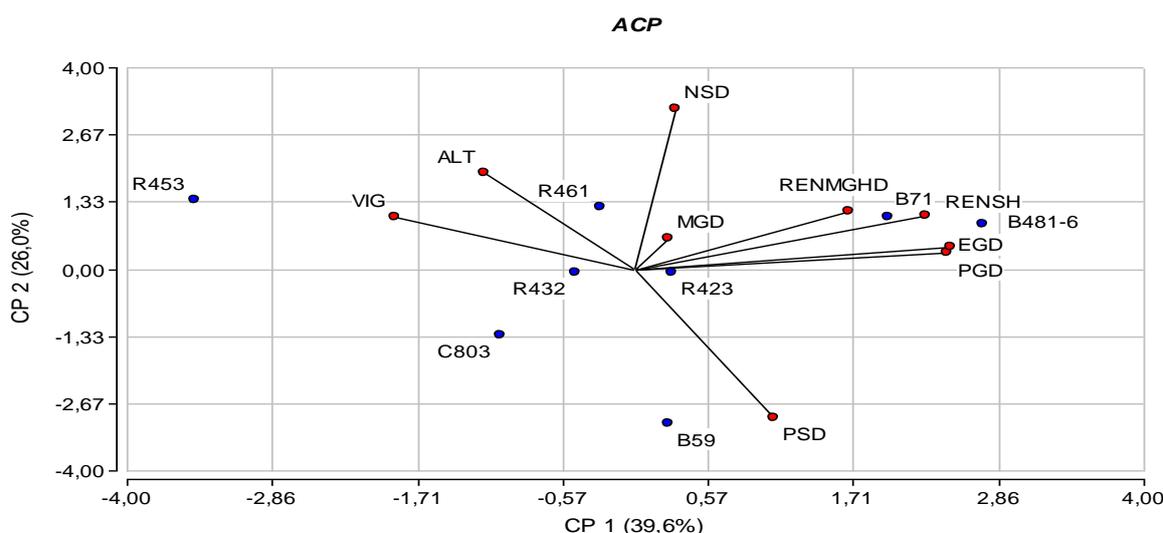
Se realizó análisis estadístico ANOVA utilizando SAS (SAS Institute Inc. 2015) y ACP utilizando InfoStats (Di Rienzo y col. 2014) obteniendo como principales resultados:

- La variable rendimiento relativo en grano.ha<sup>-1</sup> posee correlación positiva ( $P \leq 0.05$ ) con el rendimiento relativo de materia grasa.ha<sup>-1</sup>
- El número de semillas.planta<sup>-1</sup> relativo posee correlación negativa ( $P \leq 0.05$ ) con el peso de granos relativo.
- Las LE B481-6 y B71 se destacan significativamente ( $P \leq 0.05$ ) por poseer mejor comportamiento en los parámetro rendimiento de materia grasa.ha<sup>-1</sup> relativo, poder germinativo relativo, energía germinativa relativa y rendimiento en granos.ha<sup>-1</sup> relativo bajo sequía versus irrigación.

- La LE B59 mostró significativamente ( $P \leq 0.05$ ) un mayor peso de 1000 semillas relativo bajo sequia versus irrigación respecto a las restantes LE, a su vez la misma se destacó significativamente por ser la de menor número de granos.planta-1 relativo con respecto a las restantes LE.



**Figura 1.** Rendimiento en grano.ha-1 relativo (%) para LE de girasol cultivadas bajo sequía versus irrigación. Valores con la misma letra no es significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ).



**Figura 2.** ACP. Vectores: ALT (Altura relativa %), NSD (Número de semillas. planta -1 relativa %), MGD (Materia Grasa relativa %), RENMGHD (Rendimiento de materia grasa.ha-1 relativo %), RENS (Rendimiento en grano.ha-1 %), EGD (Energía germinativa relativa %), PGD (Poder germinativo relativo %), PSD (Poder germinativo relativo %), VIG (Vigor relativo %). Casos: LE de girasol.



*Asociaciones principales, Vectores asociados positivamente a CP 1: EGD, PGD, RENSH, RENMGHD. Vectores asociados negativamente a CP 1: VIG, ALT. Vectores asociados positivamente a CP 2: NSD, ALT. Vectores asociados negativamente a CP 2: PSD.*

Se concluye que los parámetros de rendimiento: número de semillas.planta-1, rendimiento en granos.ha-1 y en menor medida rendimiento de grasa. ha-1 podrían utilizarse en la selección de materiales genéticos en respuesta al estrés hídrico. En cuanto a los parámetros de calidad de semillas el poder germinativo y en menor medida vigor, podrían utilizarse en la selección de materiales genéticos en respuesta al estrés hídrico. A partir de lo expuesto cabe la necesidad de realizar futuros ensayos con el objetivo de explorar las causas genéticas de las diferencias entre líneas en las respuestas observadas que permitan la selección de materiales en respuesta a dicho estrés.

#### Bibliografía

- ASAGIR. Asociación Argentina de Girasol. (2017b). El nuevo mapa del girasol argentino. [<http://www.asagir.org.ar/informacion-de-el-nuevo-mapa-del-girasol-argentino-204>].
- DI RIENZO, J. y col. (2014). Infostat versión 2014. 2014. S.I.: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- SAS Institute Inc. (2015). SAS® University Edition: Installation Guide for OS X. Cary, NC: SAS.

## Sensibilidad de la expansión foliar a la baja radiación en genotipos de girasol

García, L.A.<sup>12\*</sup>; Tognetti, J.A.<sup>13</sup>; Martínez Noël, G.M.A.<sup>24</sup>; Dosio, G.A.A.<sup>12</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, ruta 226 km 73,5, Buenos Aires, Argentina, <sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina, <sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Buenos Aires, Argentina <sup>4</sup> Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTEC)-FIBA, Buenos Aires, Argentina. \* [leonela.garcia@hotmail.com](mailto:leonela.garcia@hotmail.com)

48

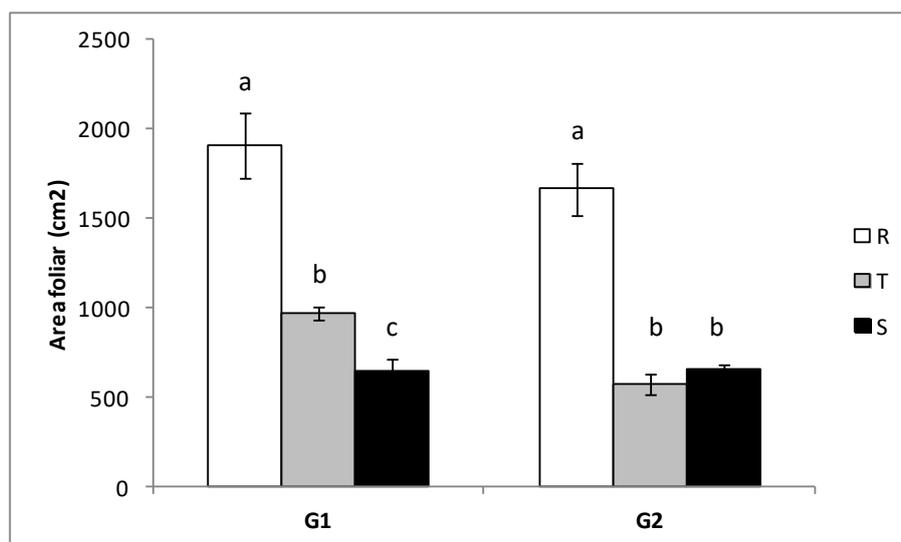
La intercepción de la radiación durante las etapas críticas para el desarrollo de los frutos (en general, alrededor de la floración) es uno de los principales condicionantes del rendimiento de los cultivos, entre ellos el girasol. Así, períodos de baja radiación durante esta etapa suelen condicionar los rendimientos máximos alcanzados. En trabajos previos (Paz y col., 2014), hemos mostrado que bajos niveles de irradiancia desde V2 hasta BF1 determinan hojas con menor área final. Esta respuesta puede disminuir la capacidad de intercepción en ambientes con menor radiación, por ejemplo el sudeste de la Prov. de Buenos Aires. En el presente trabajo, comparamos la respuesta del área foliar a la disponibilidad radiativa en dos genotipos de girasol, y evaluamos en qué medida dicha respuesta se relaciona con el rendimiento.

Se realizó un experimento en condiciones de campo en Balcarce, Prov. de Buenos Aires, sin limitaciones hídricas y nutricionales, con una densidad de 5,6 plantas m<sup>-2</sup>. Se utilizaron los híbridos comerciales ADV 5304 CL (G1) y P1600 CL Plus (G2). En V6 se establecieron 3 condiciones radiativas: 1) máxima, disminución de la densidad a 1,4 plantas m<sup>-2</sup> (R), 2) media, densidad original (T) y 3) mínima, reducción de 50% de la radiación incidente (S). En fin de floración se midió el área foliar por planta como la suma del área de cada hoja, medida sobre imágenes adquiridas previamente. En madurez fisiológica se midió el rendimiento de granos por planta. Se separaron manualmente los granos llenos del receptáculo, se contaron, se secaron en estufa hasta peso constante, y se pesaron. Los resultados se analizaron por ANOVA, utilizando el test de Watson para el análisis de las medias (3 plantas por bloque,  $n=9$ ).

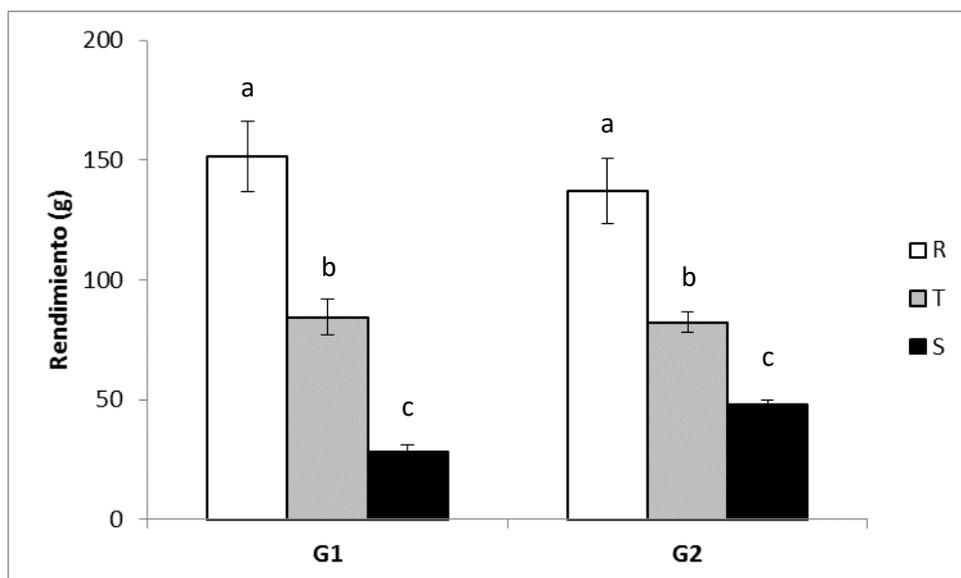
En ambos genotipos, el mayor valor de área foliar se obtuvo en la condición radiativa más favorable (R,  $p \leq 0.05$ , Fig. 1). La disminución de radiación (S) en G1 disminuyó 33% el área foliar en comparación con T ( $p \leq 0.05$ , Fig. 1), mientras que en G2, no se observaron diferencias ( $p > 0.05$ , Fig. 1). Coincidentemente con el área foliar, el mayor rendimiento en ambos genotipos se observó en R, y estuvo asociado principalmente al mayor peso individual de sus granos ( $88,4 \pm 2,7$  y  $96,1 \pm 2,0$  mg, G1 y G2, respectivamente). Comparado con T, el sombreado redujo el rendimiento en ambos genotipos ( $p \leq 0.05$ ), sin embargo, en G1 esta diferencia fue considerablemente mayor que en G2 (67% vs 42%, respectivamente, Fig. 2). La caída de

rendimiento por sombreado en G1 se asoció principalmente con la disminución en el número de granos, mientras que en G2 esta disminución se asoció más a la caída en el peso individual de los granos. Por otra parte, el peso individual de los granos en T fue similar en ambos genotipos ( $61,8 \pm 2,2$  y  $59,8 \pm 1,2$  mg en G1 y G2, respectivamente).

Los resultados sugieren una sensibilidad diferencial de los genotipos a las condiciones radiativas, coincidentes con una tendencia similar en el rendimiento. Contar con genotipos cuya expansión foliar sea poco sensible a la baja radiación permitiría mejor aprovechamiento de la radiación disponible en regiones con elevada nubosidad. Asimismo, sugeriría la reconsideración de la densidad de siembra adecuada en condiciones de baja radiación, en una situación análoga a la que ocurre actualmente con otros cultivos como el maíz.



**Figura 1.** Área foliar por planta en fin de floración para los híbridos ADV 5304 CL (G1) y P1600 CL Plus (G2) las condiciones radiativas máxima (R), media (T) y mínima (S). Las líneas verticales sobre cada barra representan el error estándar del valor promedio (n=9). Letras diferentes dentro de cada genotipo indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 2.** *Peso de granos por planta (rendimiento) en madurez fisiológica para los híbridos ADV 5304 CL (G1) y P1600 CL Plus (G2) ante condiciones radiativas máxima (R), media (T) y mínima (S). Las líneas verticales sobre cada barra representan el error estándar del valor promedio (n=9). Letras diferentes dentro de cada genotipo indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).*

## Bibliografía

- Paz y col. Cómo la radiación afecta al plastocrono y al filocrono en genotipos contrastantes de girasol. XV Congreso Latinoamericano y XXX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Mar del Plata, Bs. As., Septiembre 2014.

## Precisión y exactitud de estimación de la madurez fisiológica del girasol según la escala visual de Schneiter y Miller (1981)

51

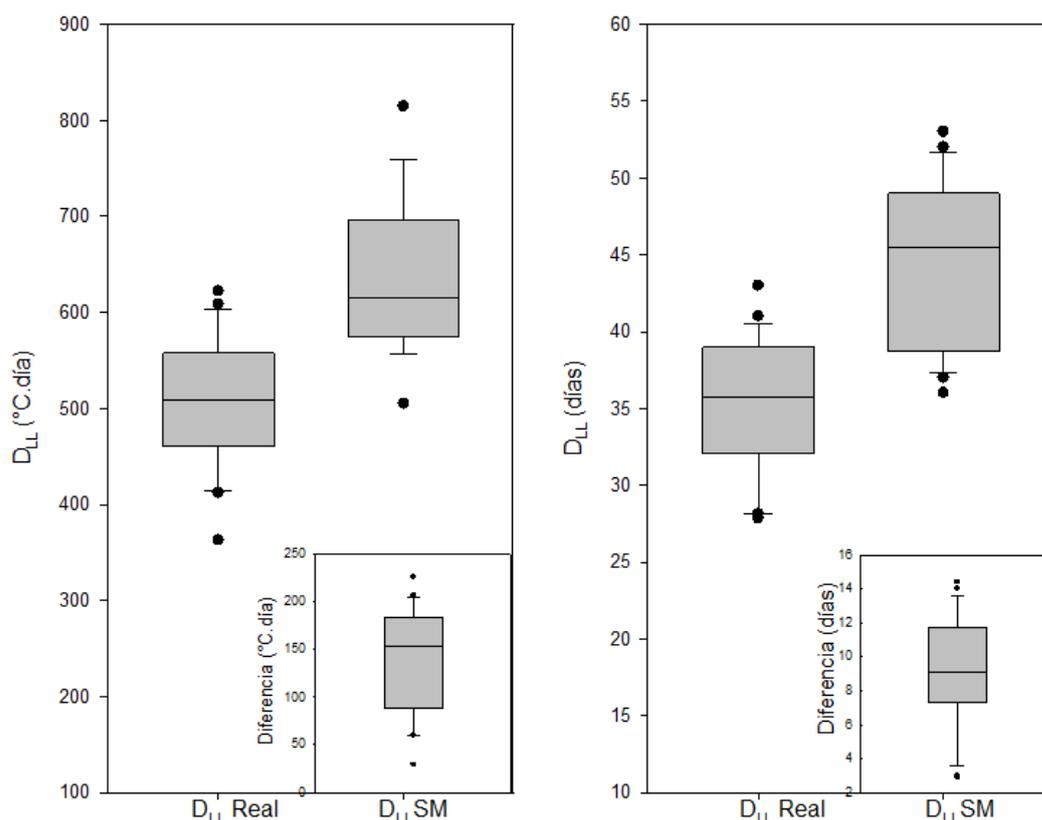
Llebaria, M.<sup>1</sup>; Zuil, S.<sup>2</sup>; Quiroz, F.<sup>3</sup>; Izquierdo, N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Cs. Agrarias UNMDP, <sup>2</sup>EEA INTA Reconquista, <sup>3</sup>EEA INTA Balcarce, <sup>4</sup>UNMDP y CONICET [izquierdo.natalia@inta.gob.ar](mailto:izquierdo.natalia@inta.gob.ar)

Existen distintos métodos para determinar el fin del llenado de granos en girasol. El más utilizado en el campo es el propuesto en 1981 por Schneiter y Miller (SM). Ellos definieron una escala visual que describe las características morfológicas de la planta en relación con las etapas de desarrollo del cultivo y establecieron como madurez fisiológica (MF) al momento en que las brácteas toman de verde a marrón (Estadio R9). Este método es aceptado globalmente, pero resulta subjetivo y con el paso del tiempo se ha cuestionado su precisión. Al respecto Hernández y Larsen (2013) mediante el uso de un colorímetro determinaron que los granos alcanzan el máximo peso seco cuando el color del receptáculo cambia de verde oscuro a amarillo. Ese patrón según la escala de SM corresponde a estadios R7-R8, previos al de MF.

El presente trabajo tuvo como objetivo verificar si el estado de madurez fisiológica (R9) indicado en la escala de SM corresponde con el momento de máxima acumulación de materia seca de los aquenios. Se realizaron tres ensayos en la EEA INTA Balcarce con fechas de siembra entre el 6 de noviembre y 5 de enero en la campaña 2014/15 con tres híbridos comerciales. Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Cada 3 y 4 días desde floración (estadio R5.1 de la escala SM) hasta humedad de cosecha (8-10%) se registró la evolución del peso seco de los granos y se determinó la MF y duración de llenado ( $D_{LL}$ ) real de las plantas. En cada muestreo se tomaron fotografías del lateral y envés de los capítulos y se identificó para cada planta el estadio de MF propuesto por SM y se calculó la  $D_{LL}$  SM. Se consideró R9 cuando al menos el 50% de las brácteas de los capítulos tornaron a marrón.

Se encontraron diferencias significativas entre la  $D_{LL}$  real y  $D_{LL}$  SM tanto en días ( $\square$  real=35,  $\square$  SM=44) como en tiempo térmico ( $\square$  real=504,  $\square$  SM=641). Esto implica que en promedio el máximo peso seco de los granos ocurrió 9 días (137 °C.día) antes que el estadio propuesto por SM (Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de cajas (Box-plot) para la duración de llenado ( $D_{LL}$ ) calculada a partir del método de peso seco ( $D_{LL}$  Real) y del método de Schneiter y Miller ( $D_{LL}$  SM) (1981). En los insertos se muestran los diagramas de cajas para la diferencia entre ambos métodos. El diagrama se construyó con datos parcelarios tres híbridos comerciales (ACA885; DK4045; 65A25) y tres ambientes de la localidad de Balcarce.

Se concluye que la escala visual de SM no resulta apropiada para determinar el momento de madurez del cultivo. Si bien existen métodos más confiables para predecir la MF (Hernández y Larsen, 2013), son cuantitativos y no resultan prácticos para realizarse a campo. Es necesario encontrar nuevas técnicas precisas que resulten fácil de implementar en el campo.

#### Bibliografía

-Hernandez, L.; Larsen, A. (2013). Visual definition of physiological maturity in sunflower (*Helianthus annuus* L.) is associated with receptacle quantitative color parameters. Spanish Journal of Agricultural Research, 11(2): 447-454.

-Schneiter, A.A.; Miller, J.F. (1981). Description of sunflower growth stages. Crop Science, 21: 901- 903.

## Humedad de granos de girasol en madurez fisiológica: variabilidad ambiental y relación con el llenado

Llebaria, M.<sup>1</sup>; Zuil, S.<sup>2</sup>; Quiroz, F.<sup>3</sup>; Izquierdo, N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Cs. Agrarias UNMDP, <sup>2</sup>EEA INTA Reconquista, <sup>3</sup>EEA INTA Balcarce, <sup>4</sup>UNMDP y CONICET. [izquierdo.natalia@inta.gob.ar](mailto:izquierdo.natalia@inta.gob.ar)

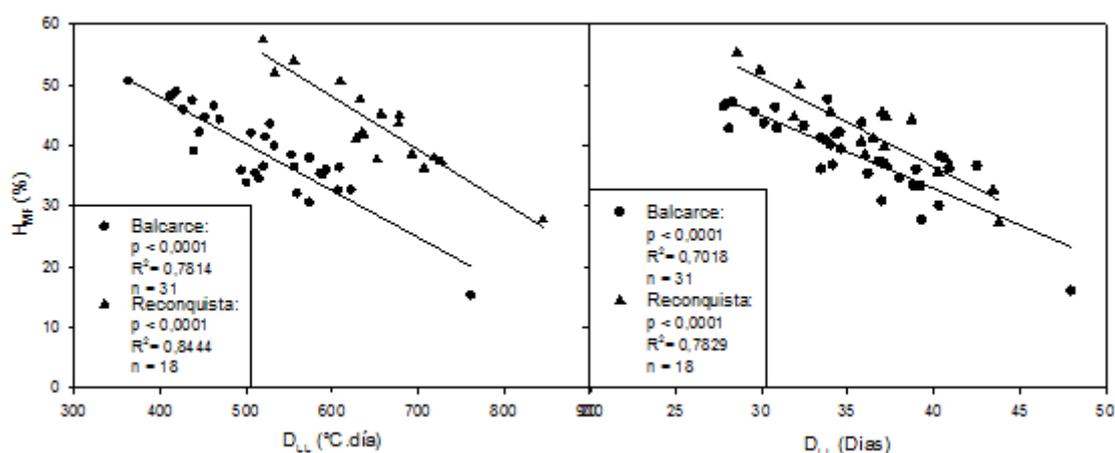
53

En girasol, uno de los periodos claves es el llenado de granos. El momento en el que éste termina se conoce como madurez fisiológica (MF). Es común aplicar desecantes químicos alrededor de MF para acelerar el secado del cultivo y así escapar de adversidades. Además, quienes trabajan en investigación requieren contar con métodos precisos para estimar el momento de MF de manera que sea posible comparar los resultados de los distintos ensayos.

Uno de los métodos utilizados para identificar la MF es a partir del contenido de humedad del grano ( $H_{MF}$ ). Rondanini et al. (2007) indicaron un valor de  $H_{MF}$  de 38% pero luego se demostró que éste varía entre genotipos (Sandoval, 2014) y ambientes (Zuil, com. pers.).

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar la variabilidad de  $H_{MF}$  entre genotipos y ambientes de Buenos Aires y Santa Fe, y su relación con la tasa y duración de llenado ( $D_{LL}$ ).

Se realizaron seis ensayos en la campaña 2014/15 con tres híbridos comerciales. Cuatro ensayos se situaron en la EEA INTA Balcarce con fechas de siembra entre el 2 de octubre y 5 de enero; los dos restantes en la EEA INTA Reconquista, sembrados el 14 de agosto y 23 de septiembre. En cada ensayo se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. La  $H_{MF}$  varió de 15,2 a 57,4%. Además, se encontraron diferencias significativas entre ambientes en la  $D_{LL}$  expresada en tiempo térmico. Los ensayos de Reconquista presentaron duraciones más extensas cuando se expresó en grados día (639,7 y 669,8°C.día) que los de Balcarce (470,3 a 563,1°C.día) y en ambas localidades se observaron duraciones de llenado más largas en las fechas de siembra más tempranas. Se encontró una relación lineal inversa entre  $H_{MF}$  y  $D_{LL}$  (Figura 1). Esta relación expresada en tiempo térmico explicó más del 75% de la variabilidad en  $H_{MF}$  y más del 60% cuando se expresó en días. La relación entre  $H_{MF}$  y tasa de llenado en tiempo térmico en Balcarce explicó el 32% de la variabilidad en  $H_{MF}$  y muestra que a mayores tasas de llenado le corresponden  $H_{MF}$  más elevadas. Al considerar la tasa de llenado en días en Balcarce y en Reconquista la relación fue significativa ( $p < 0,0001$  y  $p = 0,0573$  respectivamente) y se explicó más del 20% de la variabilidad en  $H_{MF}$ .



**Figura 1.** Relación entre la humedad de los granos a madurez fisiológica ( $H_{MF}$ ) y la duración de llenado de granos ( $D_{LL}$ ) en tiempo térmico desde floración (izquierda) y días desde floración (derecha). Las regresiones se construyeron con datos parcelarios de tres cultivares (ACA885; DK4045; 65A25) en cuatro ambientes de Balcarce y dos de Reconquista.

Es necesario considerar estos resultados al momento de planificar prácticas agronómicas como la cosecha anticipada en girasol y continuar estudiando qué factores determinan el cese del llenado y su relación con la  $H_{MF}$ .

#### Bibliografía

- Rondanini, D.P.; Savin, R.; Hall, A.J., (2007). Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of achene water concentration. *European Journal of Agronomy*. 26: 295–309.
- Sandoval, M.N., Zuil, S.G., (2014). “Evaluación de la variabilidad genotípica de la tasa de llenado de granos en girasol en el norte de Santa Fe”. Tesis de grado. Facultad de ciencias agrarias. Universidad nacional del Litoral. Reconquista, Argentina. P. 55
- Zuil, S. (2014). Variabilidad ambiental en el contenido de humedad a madurez fisiológica de granos de girasol. Datos no publicados.

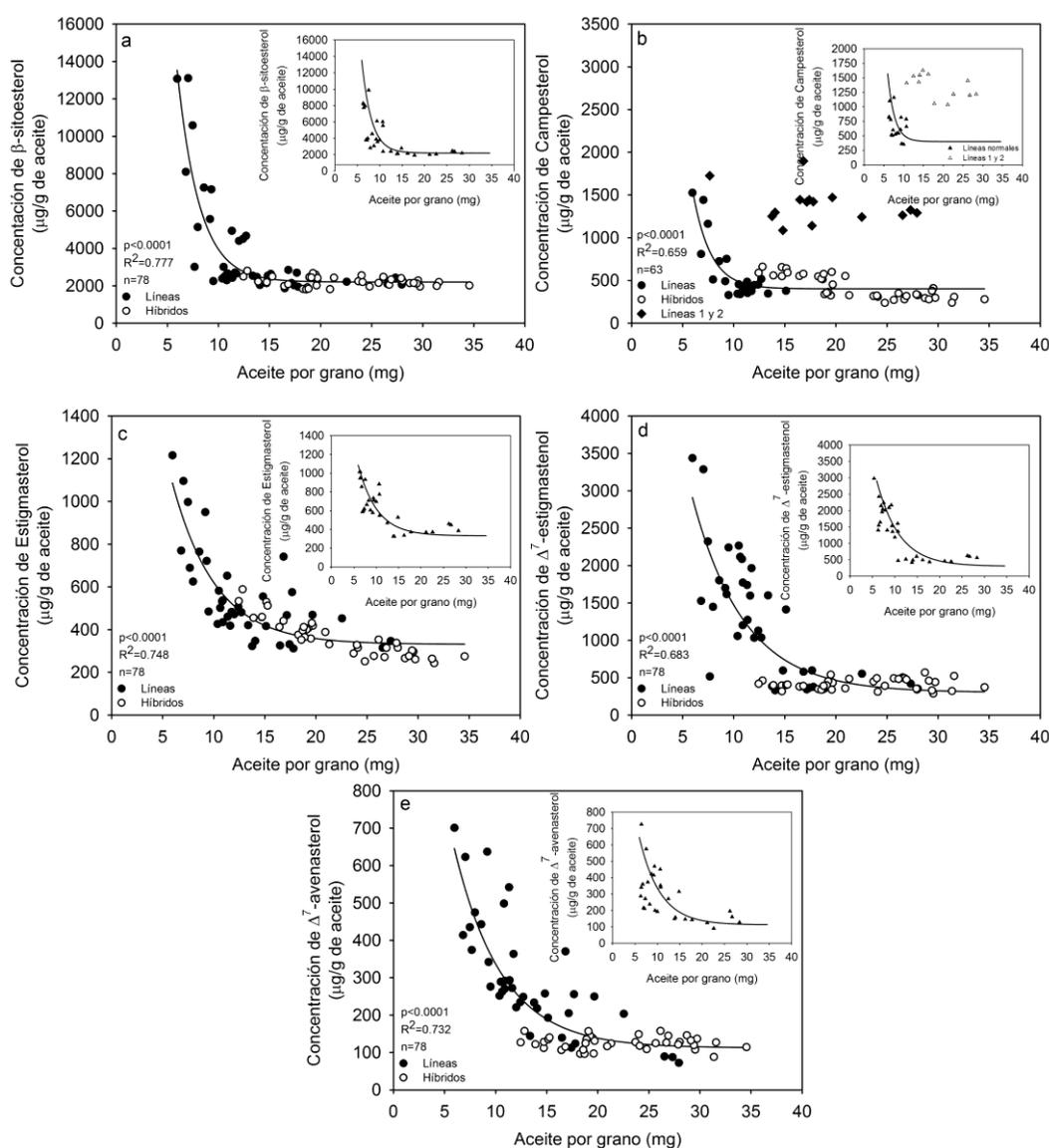
## Las variaciones en la concentración de fitoesteroles son explicadas por el contenido de aceite en el grano

González Belo, R.<sup>1</sup>, Velasco, L.<sup>2</sup>, Nolasco, M.S.<sup>3</sup> Izquierdo, N.G.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> IIDEAGROS, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, ruta 226 km 73,5, Balcarce / CONICET, Argentina. <sup>2</sup> Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC), Alameda del Obispo s/n, Córdoba, España. <sup>3</sup> TECSE-Facultad de Ingeniería, UNCPBA, Av. del Valle 5737, Olavarría / Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Argentina. \*[izquierdo.natalia@inta.gob.ar](mailto:izquierdo.natalia@inta.gob.ar)

Los fitoesteroles son compuestos bioactivos del aceite de girasol, aliados en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Hansel *et al.*, 2011). La concentración de fitoesteroles en el aceite está determinada genéticamente pero el ambiente puede influir en su determinación final (Nolasco *et al.*, 2010; Roche *et al.*, 2010). El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación entre la concentración y composición de fitoesteroles y el contenido de aceite por grano. Se utilizaron dos bases de datos, una generada en Argentina y otra en España. La primera consistió en dos experimentos, en los cuales se utilizaron tres híbridos y distintos tratamientos de fuente/destino. La segunda base de datos consistió en seis ambientes y cinco líneas, dos de las cuales presentaban composición de fitoesteroles modificada. En todos los ensayos se evaluó el contenido de aceite por grano y la concentración y composición de fitoesteroles ( $\beta$ -sitoesterol, campesterol, estigmasterol,  $\Delta^7$ -estigmastenol y  $\Delta^7$ -avenasterol).

Las variaciones en el contenido de aceite por grano y concentración de fitoesteroles fueron de 5,3–34,5 mg y 3157–20024  $\mu\text{g/g}$  de aceite, respectivamente. El contenido de aceite por grano explicó el 82% de las variaciones en la concentración de fitoesteroles ( $p < 0,0001$ ), mediante una relación de dilución. Dicha relación fue validada con datos independientes, no difiriendo de la relación 1:1 ( $p > 0,0589$ ) la relación entre los datos predichos y observados. Cada uno de los fitoesteroles evaluados se diluyó con el aumento del contenido de aceite por grano (Fig. 1).  $\beta$ -sitoesterol y campesterol fueron los que presentaron las mayores variaciones en su concentración, mientras que  $\Delta^7$ -estigmastenol, fue el de menor variación. Es importante destacar que dichos modelos explicaron las variaciones en la concentración de fitoesteroles incluso en las líneas modificadas que presentan alto contenido de fitoesteroles totales y alto contenido de campesterol. La única excepción fue la concentración de campesterol, puntualmente, donde las líneas modificadas se ubicaron por encima de la línea ajustada.



**Figura 1:** Concentración de fitoesteroles (μg/g aceite) en función de la cantidad de aceite por grano en girasol para β-sitosterol (a), campesterol (b), stigmasterol (c), Δ<sup>7</sup>-stigmasterol (d) y Δ<sup>7</sup>-avenasterol (e). Las líneas llenas representan la función ajustada a los datos. Los gráficos insertos muestran datos independientes de validación. Para campesterol, los diamantes negros y blancos corresponden a dos líneas mejoradas para alta concentración de ese fitoesterol.

Los cambios en las concentraciones de cada tipo de fitoesteroles se tradujeron en diferencias en la composición de fitoesteroles al cambiar la cantidad de aceite por grano. Esta relación puede ser usada para identificar genotipos con alta concentración de fitoesteroles y para diseñar estrategias de mejoramiento y manejo de cultivos con miras a incrementar la concentración de compuestos bioactivos en el aceite de girasol.



## Bibliografía

- Hansel B, Courie R, Bayet Y, Delestre F, Bruckert E (2011) Phytostérols et athérosclérose, *La Revue de Médecine Interne* **32**:124-129
- Nolasco SM, Izquierdo NG, Carelli AA, Cocconi M, Quiroz F, Aguirrezábal LAN (2010) Comportamiento de los fitoesteroles en híbridos de girasol cultivados en argentina. *Actas del 5º Congreso Argentino de Girasol. ASAGIR, Buenos Aires, Argentina*, pp. 324-325.
- Roche J, Alignan M, Bouniols A, Cerny M, Mouloungui Z, Merah O (2010) Sterol concentration and distribution in sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) during seed development, *Food Chemistry* **119**:1451-1456

## Polifenoles en cáscaras de girasol: Incidencia de efectos genéticos y ambientales y relación entre fenólicos libres y ligados

58

Rodríguez, M.<sup>1,2\*</sup>; Quintero Ramos, A.<sup>3</sup>; Durruty, X.<sup>1,4</sup>; Laburdiba, N.<sup>1</sup>; Izquierdo, N.<sup>5</sup>; Nolasco, S.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> TECSE, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería, UNCPBA, Av. del Valle 5737, 7400, Olavarría, Buenos Aires. <sup>2</sup> CCT Tandil (CONICET), Pinto 399, 7000, Tandil, Buenos Aires. <sup>3</sup> Facultad de Ciencias Químicas, UACH, Chihuahua, México. <sup>4</sup> CIC - Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. <sup>5</sup> IIDEAGROS, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, ruta 226 km 73,5, Balcarce / CONICET, Argentina. [mariamarcelarodriguez@hotmail.com](mailto:mariamarcelarodriguez@hotmail.com)

El girasol aceitero está constituido por la pepa (75-80%), donde se sintetiza y acumula el aceite, y por la cáscara (20-25%). Estos granos, previo al proceso de extracción de aceite, son parcialmente descascarados dando origen a una cantidad importante de residuo, potencial fuente de fenólicos. Diferentes autores han reportado que la cáscara de girasol contiene entre el 0,7-5,4% del total de fenólicos presentes en el grano (De Leonardis y col., 2005). El contenido de fenólicos depende principalmente de la naturaleza de la materia prima (híbrido, ambiente) y del método de extracción (Rodríguez y col., 2019). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto genético y ambiental (sudeste bonaerense), sobre el contenido de compuestos fenólicos libres en la cáscara de girasol, así como también analizar la relación entre los fenólicos libres y ligados en distintos híbridos. Las cáscaras fueron obtenidas por descascarado mecánico de los granos y luego molidas (<0,42mm). En una primera instancia, se realizó la extracción de fenólicos libres asistida por microondas, empleando el equipo CEM (600W, 10 minutos, solvente: agua a 90°C, relación muestra/solvente: 1/20) de la cáscara de cinco híbridos de girasol: SyN3840, SyN3950 y DK4065 (Syngenta), CF201 (Advanta) y PAN7077 (Pannar), cultivados en dos ambientes: Balcarce (37° LS) y Tandil (37° LS). Por otra parte, mediante extracción sólido-líquido (solvente: etanol, 25°C, agitación mecánica: 150 rpm, relación muestra/solvente: 1/10), se obtuvieron los fenólicos libres en un híbrido de cáscara estriada (CF201, Advanta) y en uno de cáscara negra (SPS120, Syngenta), cultivados en Balcarce. Posteriormente, a partir del residuo sólido del proceso anterior, se extrajeron los fenólicos ligados (solvente: acetato de etilo, 25°C, 150 rpm, relación muestra/solvente: 1/20), previa hidrólisis con NaOH 2M. El contenido de fenólicos se evaluó en relación a los fenoles totales (ensayo de Folin-Ciocalteu) y al contenido de flavonoides (método del tricloruro de aluminio en medio básico). Los ensayos se realizaron por duplicado y los resultados fueron analizados mediante un ANOVA y Test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Los híbridos procedentes de ambas localidades presentaron contenidos de cáscaras entre 20,6 y 26,9% base seca (b.s.). Los valores de fenoles totales en los híbridos cultivados en Balcarce fueron significativamente ( $p \leq 0,05$ ) superiores respecto a los de Tandil (407-493 y 326-417 mg equivalente a ácido gálico/100 g cáscara, respectivamente), mientras que entre híbridos no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). El contenido de flavonoides también fue mayor en los híbridos de Balcarce (210-266 y 131-210 mg equivalente a catequina/100 g cáscara, respectivamente), pero además se detectaron efectos genéticos significativos. En la **Tabla 1** se muestra el contenido de fenólicos libres y ligados en los híbridos SPS3120 y CF201. Los

contenidos de cáscara de los mismos, fueron de  $23,3\pm 0,3$  y  $20,6\pm 1,5\%$  b.s., respectivamente. Del conjunto de fenoles totales, la mayor proporción correspondió a los fenólicos libres (55 y 60%, respectivamente). La misma tendencia se detectó para el contenido de flavonoides (66 y 73%, respectivamente). Además, SPS3120 presentó valores de fenólicos significativamente ( $p\leq 0,05$ ) superiores a CF201. Estos estudios muestran que es factible obtener extractos fenólicos con potencial aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica y nutracéutica, constituyendo una alternativa para otorgar valor agregado a la cáscara de girasol y disminuir los desperdicios agroindustriales.

**Tabla 1.** Contenido de fenólicos libres y ligados en cáscaras de híbridos de girasol.

Híbrido	Tipo de fenólico	Fenoles totales (mg equivalente a ácido gálico/100 g cáscara)	Flavonoides (mg equivalente a catequina/100 g cáscara)
SPS3120	Libre	$326,6\pm 8,6^{b2}$	$167,4\pm 4,4^{b2}$
	Ligado	$268,4\pm 3,1^{a2}$	$85,0\pm 5,4^{a2}$
CF201	Libre	$260,5\pm 5,5^{b1}$	$138,8\pm 3,1^{b1}$
	Ligado	$177,0\pm 5,7^{a1}$	$52,2\pm 3,3^{a1}$

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p\leq 0,05$ ) entre los tipos de fenólicos (libres y ligados) según Test de Tukey. Números distintos indican diferencias significativas ( $p\leq 0,05$ ) entre los híbridos según Test de Tukey.

#### Bibliografía

- De Leonardis y col. (2005) A first pilot study to produce a food antioxidant from sunflower seed shells (*Helianthus annuus* L). European Journal of Lipid Science and Technology. 107:220–227.
- Rodríguez y col. (2019) Microwave extraction of antioxidant compounds in sunflower hull (*Helianthus annuus* L.). Heat and Mass Transfer, DOI: 10.1007/s00231-019-02648-4.

## Obtención de extractos fenólicos de cáscaras de girasol mediante extracción sólido-líquido con etanol

60

Durruty, X.<sup>1,2</sup>; Laburdiba, N.<sup>1</sup>; Mateo, C.<sup>1</sup>; Nolasco, S.<sup>1,2</sup>; Rodríguez, M.<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup> TECSE, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería, UNCPBA, Av. del Valle 5737, 7400, Olavarría, Buenos Aires. <sup>2</sup> CIC - Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. <sup>3</sup> CCT Tandil (CONICET), Pinto 399, 7000, Tandil, Buenos Aires.  
[mariamarcelarodriguez@hotmail.com](mailto:mariamarcelarodriguez@hotmail.com)

El sistema agroproductivo y agroalimentario genera una gran cantidad de desechos y subproductos con un alto potencial para ser aprovechados. En este sentido, la cáscara del grano de girasol (*Helianthus annuus* L.), residuo de la industria aceitera, es considerada una fuente potencial de compuestos fenólicos (Szydłowska-Czerniak y col., 2011). Los fenólicos pueden estar presentes en forma de libres (solubles en solventes orgánicos) o ligados covalentemente a compuestos estructurales de la pared celular (liberados mediante una hidrólisis ácida o básica), siendo el ácido clorogénico el compuesto mayoritario de los extractos de fenólicos libres de la cáscara de girasol (Pedrosa y col., 2000), no habiendo información sobre la composición de los extractos ligados de la misma. El objetivo del presente trabajo fue obtener extractos fenólicos libres y ligados a partir de cáscaras de girasol, mediante una extracción sólido-líquido (etanol), para su caracterización en términos cuanti y cualitativos. Se trabajó con cáscaras de los híbridos de girasol SPS3120 (cáscara negra, Syngenta) y CF201 (cáscara estriada, Advanta Semillas S.A.I.C.), provenientes de la localidad de Balcarce. La extracción de los fenólicos libres se realizó con etanol 75% (tres extracciones consecutivas, 1 h, relación muestra/solvente: 1/10, 25°C, agitación mecánica: 150 rpm), a partir de cáscara libre de lípidos y molida (tamaño de partícula <0,42 mm). El residuo sólido (sin fenólicos libres) fue hidrolizado con NaOH 2M y los compuestos fenólicos ligados fueron extraídos con acetato de etilo (tres extracciones consecutivas, 15 minutos, relación muestra/solvente: 1/20, 25°C, 150 rpm). Los productos obtenidos fueron liofilizados y caracterizados según rendimiento, fenoles totales (ensayo de Folin-Ciocalteu), flavonoides (método del tricloruro de aluminio en medio básico), actividad antioxidante (métodos del radical ABTS y DPPH) y perfil de fenólicos (HPLC). Las cáscaras de los híbridos SPS3120 y CF201 presentaron humedades de 11,2±0,7 y 11,7±0,1% base seca (b.s.), respectivamente. La **Tabla 1** presenta la caracterización de los extractos de fenólicos libres (EFB) y ligados (EFG) obtenidos. Para SPS3120, el rendimiento de EFB resultó significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) que EFG, mientras que para el híbrido CF201 los rendimientos fueron similares. En cuanto al contenido de fenoles totales y flavonoides, no se observaron diferencias significativas entre los extractos de SPS3120, mientras que para CF201 el EFB ( $p \leq 0,05$ ) fue el extracto que presentó los valores más elevados. Los EFB presentaron, en general, significativamente mayor actividad antioxidante ( $p \leq 0,05$ ) que los EFG. En todos los extractos se detectó la presencia de los ácidos clorogénico, p-cumárico, cafeico y ferúlico, mientras que en el EFG también se identificaron trazas del ácido sirínigico. Cabe destacar que para ambos híbridos en los extractos EFB predominó significativamente el ácido clorogénico, mientras que en los EFG el ácido mayoritario fue el cafeico. Se puede concluir que distintos híbridos de girasol pueden presentar diferencias tanto entre rendimientos de extracto de fenólicos libres y ligados obtenidos

de sus cáscaras, como en la calidad de los mismos. Al mismo tiempo, que es factible agregar valor a residuos de la industria aceitera mediante una extracción sólido-líquido con un solvente verde, como el etanol, de productos que pueden ser empleados en la industria de los alimentos.

**Tabla 1.** Caracterización de extractos fenólicos libres (EFB) y ligados (EFG) de la cáscaras de híbridos de girasol.

Caracterización	SPS3120		CF201	
	EFB	EFG	EFB	EFG
Rendimiento de extracto (% b.s.)	3,1±0,1 <sup>b</sup>	1,9±0,2 <sup>a</sup>	2,6±0,003 <sup>a</sup>	2,7±0,03 <sup>a</sup>
Fenoles totales (mg equivalente de ácido gálico/g extracto b.s.)	104,0±0,8 <sup>a</sup>	146,4±20,0 <sup>a</sup>	99,2±2,0 <sup>b</sup>	66,4±1,3 <sup>a</sup>
Flavonoides (mg equivalente de catequina/g extracto b.s.)	53,3±2,4 <sup>a</sup>	46,2±2,8 <sup>a</sup>	52,9±1,3 <sup>b</sup>	19,6±1,0 <sup>a</sup>
% de captura de radicales ABTS	40,6±0,7 <sup>b</sup>	32,9±0,7 <sup>a</sup>	37,0±0,4 <sup>a</sup>	34,0±1,6 <sup>a</sup>
% de inhibición de radicales DPPH	38,0±0,8 <sup>b</sup>	23,6±0,9 <sup>a</sup>	36,0±0,9 <sup>b</sup>	26,7±0,4 <sup>a</sup>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre EFB y EFG, para cada híbrido (Test de Tuckey).

#### Bibliografía

- Pedrosa y col. (2000). Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds. *Journal of Science Food Agriculture* 80: 459-464
- Szydłowska-Czerniak y col. (2011). Optimization of extraction conditions of antioxidants from sunflower shells (*Helianthus annuus* L.) before and after enzymatic treatment. *Industrial Crops and Products*, 33: 123-131.

## Avances tecnológicos del procesamiento del girasol Alto Esteárico-Alto Oleico: Descascarado y Extracción de aceite

de Figueiredo, A.K.<sup>1\*</sup>; Fernández, M.B.<sup>1,2</sup>; Nolasco, S.M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> TECSE, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería, UNCPBA, Av. del Valle 5737, 7400, Olavarría, Buenos Aires.<sup>2</sup>CIFICEN (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires-CONICET-CICPBA), Argentina.<sup>3</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina. [kdfiguer@fio.unicen.edu.ar](mailto:kdfiguer@fio.unicen.edu.ar)

62

La operación de descascarado es una etapa relevante para la industria aceitera, habiendo influido sobre la misma las modificaciones genéticas de los granos. En el presente trabajo se presentan diferentes avances obtenidos en el marco del núcleo de investigación TECSE con respecto al procesamiento de girasol Alto Esteárico Alto Oleico (AEO), durante las etapas de descascarado y posterior extracción del aceite.

La optimización del proceso de descascarado se llevó a cabo empleando una descascaradora a escala piloto, considerando como variables independientes la humedad del grano y la velocidad de impacto. Posteriormente, se evaluó la necesidad de reprocesar los granos por la descascaradora para alcanzar valores apropiados de cáscara residual (10-12%) para el proceso de extracción de aceite. Paralelamente se analizó la migración de lípidos hacia la cáscara como consecuencia del impacto del grano en el equipo descascarador. Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 1**, los cuales indican la necesidad de reprocesar los granos con doble pasada por el equipo descascarador, para alcanzar valores de cáscara residual en el orden de los recomendados. Al mismo tiempo, se detectó una migración de lípidos hacia la cáscara con una pérdida total de aceite de 1,5% (respecto a masa de grano procesado) con dos pasadas por la descascaradora.

**Tabla 1.** Migración lipídica y cáscara residual en condiciones óptimas de descascarado (humedad: 8,3% b.s., velocidad de impacto: 39,1 m/s).

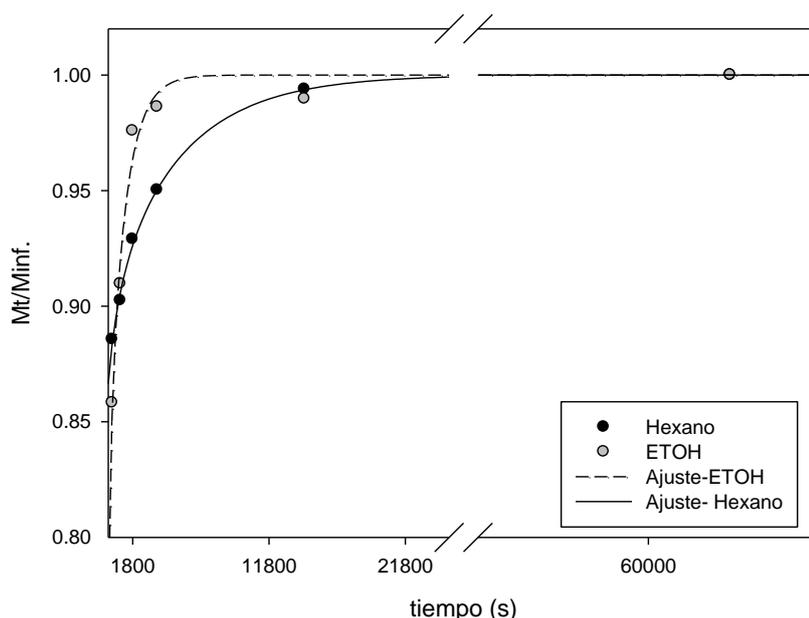
Pasada por descascaradora	Cáscara residual (%)	Pérdida de aceite (%)
Primera	17,9	0,5
Segunda	9,9	1,0

(Fuente: de Figueiredo y col., 2015)

El efecto de la aplicación de un pretratamiento hidrotérmico sobre la extracción de aceite con solvente (hexano) fue evaluado en granos de girasol AEO con diferentes contenidos de aceite (34,3% b.s. y 43,0% b.s.), descascarados y sin descascarar (de Figueiredo y col., 2019). Para las muestras con alto contenido de aceite, se presentaron rendimientos significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) en aquellas muestras que fueron pretratadas hidrotérmicamente con respecto a muestras sin tratar, siendo mayor el efecto en granos parcialmente descascarados y luego pretratados. Sin embargo, para todas las muestras de bajo contenido de aceite no se observó un efecto significativo del tratamiento hidrotérmico sobre el rendimiento de aceite. Estos resultados muestran la necesidad de seleccionar estrategias adecuadas al aplicar pretratamientos durante la extracción de aceite, dado que un híbrido con distintos contenidos de aceite podría reaccionar de manera diferente como resultado de las características estructurales de los granos.

Incipientes estudios de la cinética de extracción de aceite en granos de girasol AEAO han sido realizados, empleando un solvente biorenovable y ecosustentable (etanol 99%) como solvente alternativo al hexano. El proceso de extracción se llevó a cabo en un sistema batch a 60°C. Los datos experimentales se ajustaron a un modelo difusivo de Fick modificado (Sánchez, 2019; Perez y col., 2001), Fig. 1.

63



**Figura 1.** Comparación de la cinética de extracción de aceite para granos de girasol AEAO a 60°C entre dos solventes diferentes.  $M_t$  y  $M_{inf.}$  corresponden a las masas de aceite que difunden en el tiempo  $t$  e infinito, respectivamente.

Si bien la fracción de aceite extraída durante la primera etapa de lavado ( $M_0/M_{inf.}$ , siendo  $M_0$  la masa extraída en un tiempo  $t_0$ , que tiende a cero) resultó mayor cuando la extracción se efectuó con hexano ( $0,846 \pm 0,004$ ) con respecto al valor obtenido con etanol ( $0,729 \pm 0,032$ ), con éste último solvente se alcanzó el máximo rendimiento de extracción a los 30 minutos mientras que con hexano fueron necesarias cuatro horas para alcanzar estas condiciones. Estos primeros resultados sugieren un posible ahorro energético con el empleo de etanol, siendo necesarios futuros estudios a fin de optimizar las diversas variables del proceso de extracción.



## Bibliografía

- de Figueiredo y col. (2015). Loss of lipid material during the dehulling of oilseeds with different structural characteristics. *J. Food Sci. Technol.* 52: 7934-7943.
- de Figueiredo y col. (2019). Extraction of High Stearic High Oleic Sunflower Oil (HSHO): efecto of dehulling and hidrothermal pretreatment. *J. Food Eng.* 240: 49-55.
- Perez y col. (2011). Temperature-dependent diffusion coefficient of oil from different sunflower seeds during extraction with hexane. *J. Food Eng.* 105 (1): 180-185.
- Sánchez, R.J. (2019). Obtención de aceite de canola aplicando tecnologías emergentes. (Tesis de Doctor en Ingeniería, mención Tecnología Química. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina).

## Diferenciación de genotipos de girasol confitero mediante uso de una metodología inédita para color de aquenio

65

Mazzalay, A.<sup>1</sup>; Alvarez, D.<sup>1</sup>; Heinz, N.<sup>1</sup>; Nestares, G.<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Mejoramiento y Recursos Genéticos de Girasol, E.E.A. INTA Manfredi-Centro Regional Córdoba, Ruta 9 km 636 Córdoba-Argentina, <sup>2</sup> Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario-C.I.U.N.R.-C.C.14 - 2123 Zavalla-Argentina. [mazzalay.agustin@inta.gob.ar](mailto:mazzalay.agustin@inta.gob.ar)

Los primeros genotipos superiores tanto para confitería como para aceite fueron desarrollados en Rusia y actualmente el mejoramiento se orienta a aumento del potencial genético de rendimiento, estabilidad y calidad. En este sentido uno de los requerimientos de calidad más importantes en confiteros es el color. Así es como en Turquía, Estados Unidos, España y China prefieren de pericarpio estriado, mientras que en los países balcánicos como Serbia, Rumanía y Rusia los aquenios negros son populares (Kaya, 2008; Skoric, 2016).

El presente trabajo pretende promover una metodología objetiva que permita medir de un modo sencillo, semiautomático y preciso el color y así aportar al estudio del modo de herencia. Para ello se evaluaron los cruzamientos prueba de 8 líneas endocriadas androestériles (AMf1 a AMf8) y un híbrido simple que hace de parental femenino (AMf9), con dos líneas restauradoras de la fertilidad (RMf1, RMf2). A vez se castraron plantas de cada restaurador y se le incorporó polen del otro, constituyendo cruzamientos recíprocos (RMf12, RMf21).

Los cruzamientos prueba junto a los parentales y recíprocos se evaluaron durante la campaña 2017/2018 en dos localidades, Huinca Renancó y Manfredi; en esta última en dos fechas de siembra. Para la determinación del color de los aquenios, se utilizó el software AdobePhotoShopCS6, se usaron las variables correspondientes al modelo RGB. Y a la salida obtenida, se utilizó el procedimiento de análisis multivariado de componentes principales, del software estadístico Infostat, 2018.

En tabla se detallan los valores promedio de las variables RGB de las estrías (RE, GE, y BE) y del pericarpio (RP, GP y BP) de cada genotipo. Luego se presenta una columna con el nombre del color asignado por la paleta de color universal Trumatch (PC), de la salida del software. Posteriormente se presenta una columna con la estimación visual de color (DC), comparada con los descriptores propuestos por Knowles (1978).

En gráfico, los genotipos oscuros se hallan opuestos a los estriados. En cuyos extremos se encuentran los probadores, por un lado el RMf1 que es negro sin estrías y por el otro el RMf2 que es de pericarpio gris y estrías blancas. Hacia el centro se encuentra el híbrido triple AMf9\*RMf1 que segrega con colores oscuros y estriados, bien contrastante. A diferencia del otro híbrido triple que usó como probador al RMf2, este se ubicó junto a los demás genotipos estriados. También en el centro se encuentran los materiales de pericarpio marrón como el AMf6 y AMf4 y los que presentan estrías grises como el AMf8. Y los cruzamientos recíprocos, ambos muy próximos entre sí.

En cuanto a los híbridos provenientes de líneas androestériles de pericarpio negro como AMf2 y AMf7 al igual que las de color marrón como AMf6 y AMf4 se ubicaron en posición contrapuesta según con que probador se cruzó. Es de destacar que híbridos como AMf6\*RMf2 y AMf7\*RMf2

se hallaron superpuestos en el biplot. Por otro lado los híbridos provenientes de líneas androestériles de pericarpio estriado al cruzarse con cualquier probador, los híbridos se ubicaron hacia el lado derecho del gráfico.

Según lo hallado está de acuerdo a Tolmachev (2005, 1997) y Gorohivets (2016), el modo de herencia está controlado por un gen nuclear que tiene tres alelos: Ew (epidermis desprovista de pigmentación), Estr (pigmentación de la epidermis a rayas), y Edg (pigmentación sólida). El predominio entre los alelos fue presentado como: Ew>Estr>Edg.

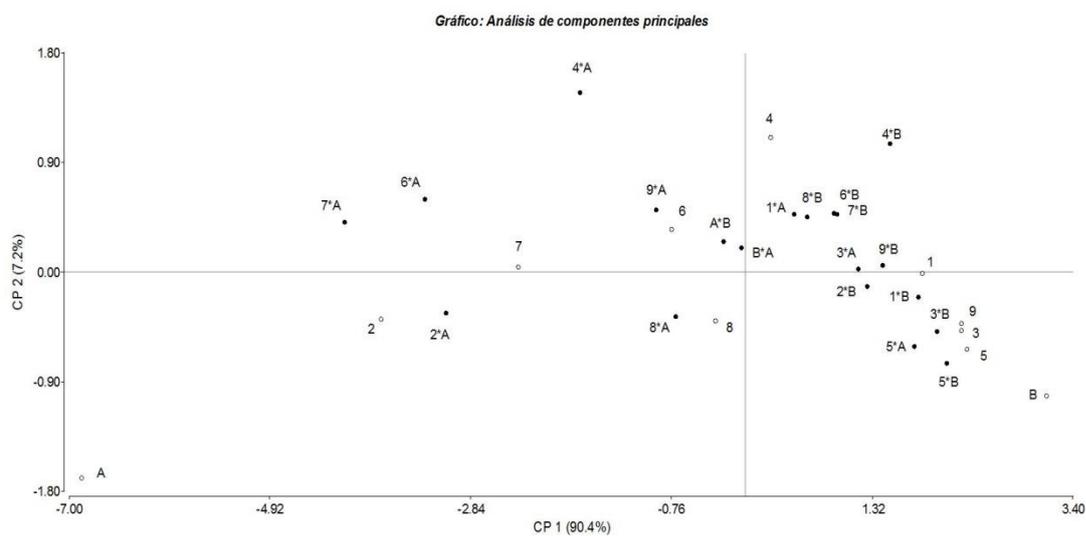
Se propone continuar trabajando con las demás generaciones F2, F3 y capas que constituyen el aquenio y de este modo dilucidar el modo de herencia de este carácter.

### Bibliografía

- Gorohivets, N. A., & Vedmedeva, E. V. (2016). Inheritance of epidermis pigmentation in sunflower achenes. *Cytology and Genetics*, 50(2): 116–120.
- Skoric, D. (2016). History of sunflower breeding in the world. Proc. 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, pp. 10.
- Knowles, P.F., (1978). Morphology and Anatomy. In: Schneiter, A.A. (Ed.), *Sunflower Technology and Production*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA, pp. 55–85.

Genotipos Parentales	Estrias		Pericarpio	
	PC	DC	PC	DC
AM1	Trumatch 9-g	Blanco	Trumatch 50-e4	Gris
AM2	Trumatch 50-e1	Marrón	Trumatch 50-b7	Negro
AM3	Trumatch 8-g	Blanco	Trumatch 50-e3	Gris
AM4	Trumatch 7-g	Blanco	Trumatch 50-e5	Marrón
AM5	Trumatch 8-g	Blanco	Trumatch 50-e3	Gris
AM6	Trumatch 7-f1	Blanco	Trumatch 50-b3	Marrón
AM7	Trumatch 5-g7	Gris	Trumatch 50-e7	Negro
AM8	Trumatch 5-g4	Blanco	Trumatch 50-d5	Gris
AM9	Trumatch 7-h	Blanco	Trumatch 50-e3	Gris
RM1	Trumatch 50-a7	Negro	Trumatch 50-a7	Negro
RM2	Trumatch 10-g	Blanco	Trumatch 5-g6	Gris
Cruzamientos Prueba	PC	DC	PC	DC
AM1*RM1	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 50-d5	Gris
AM2*RM1	Trumatch 49-d4	Gris	Trumatch 50-e7	Negro
AM3*RM1	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 50-e5	Gris
AM4*RM1	Trumatch 8-f1	Blanco	Trumatch 50-b7	Gris
AM5*RM1	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 5-g7	Gris
AM6*RM1	Trumatch 49-d2	Gris	Trumatch 50-b7	Gris
AM7*RM1	Trumatch 50-d2	Gris	Trumatch 5-g10	Negro
AM8*RM1	Trumatch 49-e1	Blanco	Trumatch 50-a7	Gris
AM9*RM1	Trumatch 8-e5	Gris	Trumatch 50-b7	Negro
AM1*RM1	Trumatch 10-f1	Blanco	Trumatch 50-e4	Gris
AM1*RM2	Trumatch 8-g	Blanco	Trumatch 50-e4	Gris
AM2*RM2	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 50-e5	Gris
AM3*RM2	Trumatch 2-g	Blanco	Trumatch 50-e3	Gris
AM4*RM2	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 50-e5	Gris
AM5*RM2	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 50-e3	Gris
AM6*RM2	Trumatch 7-g	Blanco	Trumatch 50-e5	Gris
AM7*RM2	Trumatch 9-f	Blanco	Trumatch 50-e5	Gris
AM8*RM2	Trumatch 9-f1	Blanco	Trumatch 50-d5	Gris
AM9*RM2	Trumatch 9-f	Blanco	Trumatch 50-e5	Gris
Cruzamientos Recíprocos	PC	DC	PC	DC
RM1*RM2	Trumatch 5-g24	Blanco	Trumatch 50-d5	Negro
RM2*RM1	Trumatch 5-g25	Blanco	Trumatch 50-d5	Negro

Tabla 1: Identificación de genotipos por paleta de color Trumatch(PC) y descriptores visuales (DC).



Referencias	
1 es AMf1	
2 es AMf2	
3 es AMf3	
4 es AMf4	
5 es AMf5	
6 es AMf6	
7 es AMf7	
8 es AMf8	
9 es AMf9	
A es RMf1	
B es RMf2	

Aclaración: Los parentales se representaron con puntos sin color, mientras que los cruzamientos prueba y recíprocos con puntos de color

## Desarrollo de un panel de marcadores moleculares con cobertura a genoma completo en girasol

Filippi CV<sup>1,2</sup>, Aguirre N<sup>1,2</sup>, Merino G<sup>3</sup>, Rivarola M<sup>1,2</sup>, Montecchia J<sup>1,2</sup>, Vera P<sup>1</sup>, Muñoz M<sup>1</sup>, Puebla A<sup>1</sup>, Heinz R<sup>1,2,4</sup>, Lia V<sup>1,2,4</sup>, Paniego N<sup>1,2</sup>

1 Instituto de biotecnología, CICVyA INTA Castelar; 2 CONICET; 3 Universidad Nacional de Córdoba; 4 FCEN, Universidad de Buenos Aires. [filippi.carla@inta.gob.ar](mailto:filippi.carla@inta.gob.ar)

68

Pese a la importancia del cultivo de girasol a nivel global, son pocos los recursos genómicos públicos disponibles, al tiempo que el genoma de referencia para la especie se publicó muy recientemente (Baduin y col 2017). Dada la necesidad de contar con un panel de marcadores moleculares ampliamente distribuidos en el genoma de girasol para asistir a los programas de mejoramiento de INTA, se puso a punto la metodología de genotipificación por secuenciación (GBS) en la especie (Filippi y col 2016). GBS permite el descubrimiento de polimorfismos de nucleótido simple (SNP) a escala de genoma completo, aun sin tener genoma de referencia, y combina el descubrimiento de marcadores y el genotipado en un único paso, convirtiéndose en una herramienta rápida, procesiva y rentable para el análisis de colecciones de germoplasma.

Realizamos GBS en un conjunto de 135 líneas endocriadas de girasol seleccionadas entre los materiales pre-mejorados por INTA, identificando más de 150000 SNPs. Luego de descartar aquellos marcadores en baja frecuencia (<5%) y alto porcentaje de datos faltantes (>80%), conservamos un total de 18161 SNPs para estudios posteriores (Merino 2018). La matriz de SNPs se completó utilizando un método de imputación basado en *random forest* con predictores, desarrollado para este conjunto de datos. Para estos marcadores, la probabilidad de identidad, así como la probabilidad de identidad entre hermanos, fue virtualmente 0. El contenido medio de información polimórfica se estimó en 0.31, variando de 0.05 a 0.74. La heterocigosis esperada fue de 0.36. Observamos una distribución uniforme de los marcadores SNP en el genoma del girasol.

En resumen, el GBS se utilizó con éxito para el genotipado *de novo* en girasol. Los altos niveles de diversidad genética capturados por los marcadores moleculares generados, sumado a la flexibilidad y el costo relativamente bajo de GBS, proporcionan un enfoque ideal para lograr la cobertura genómica para asistir a programas de mejoramiento del cultivo.



## Bibliografía

- Badouin y col. (2017) The sunflower genome provides insights into oil metabolism, flowering and Asterid evolution. *Nature*, vol. 546, no 7656, p. 148.
- Filippi y col. Genotyping-by-sequencing for sunflower breeding and genetics. IX encuentro internacional REDBIO Peru, junio 2016.
- Merino G. Imputación de genotipos faltantes en datos de secuenciación masiva. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Córdoba. 2018.

## Desarrollo de una población multiparental como fuente de nuevos recursos genéticos para el mejoramiento de girasol

70

Dominguez, M.<sup>1\*</sup>; Filippi, C.<sup>2</sup>; Montecchia, J.<sup>2</sup>; Fass, M.<sup>2</sup>; Palifermo, F.<sup>3</sup>; Quiroz, F.<sup>4</sup>; Alvarez, D.<sup>5</sup>; Heinz, R.<sup>2</sup>; Gonzalez, J.<sup>1</sup>; Paniego, N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Pergamino. <sup>2</sup>INTA Instituto de Biotecnología, CICVyA Hurlingham.

<sup>3</sup>Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires. <sup>4</sup>INTA EEA Balcarce. <sup>5</sup>INTA EEA Manfredi. [dominguez.matias@inta.gob.ar](mailto:dominguez.matias@inta.gob.ar)

En este trabajo se presentan avances del desarrollo de una población multi-parental (PMP) de tipo MAGIC (*Multiple Advanced Generation Intercrosses*) en el contexto del programa de mejoramiento de girasol de INTA para complementar la plataforma actual de recursos genéticos con el objetivo de estudiar regiones genómicas de interés agronómico que incluye poblaciones biparentales y una población de mapeo de asociación (PMA). La disponibilidad de líneas avanzadas de la PMP proveerá materiales que podrán convertirse rápidamente en líneas parentales de híbridos efectivizando la implementación de alelos favorables en la creación de materiales comerciales. Las poblaciones PMP combinan la potencia para detectar QTL que ofrecen las poblaciones biparentales, con la posibilidad de evaluar un espectro amplio de diversidad y optimizar la resolución por el mayor número de recombinaciones. El uso de un conjunto de líneas parentales (LPs) contribuye a aumentar la diversidad genética de las líneas endocriadas derivadas, manteniendo una frecuencia alélica relativa alta debido al número limitado de líneas fundadoras. Los inter-cruzamientos y ciclos de autofecundación para llegar a líneas avanzadas, generan bloques de recombinación más reducidos que el de los genomas parentales, o de poblaciones biparentales, aumentando el poder de resolución de los marcadores ligados a QTL. Se presenta en este congreso el método de selección de las LPs de la PMP y el diseño de una estrategia de cruzamientos de a pares entre ellas, hasta llegar a una población de líneas homocigotas. Para la selección de dichas LPs se analizaron los datos relevados en los últimos 15 años sobre un grupo de líneas mantenedoras de pre-mejoramiento que conforman la población de mapeo de asociación, los parentales de poblaciones biparentales y las progenies derivadas, sobre las que se han realizados estudios de identificación de QTL y/o genes candidato para resistencia a enfermedades como marchitez por *V. dahliae* (MV), podredumbre húmeda del capítulo por *S. sclerotiorum* (PHC), tolerancia a sequía, atributos relacionados con retraso de senescencia foliar y de calidad en cuanto a contenido de aceites y tocoferoles. Asimismo, se tuvo en cuenta el nivel de diversidad y la distancia genética estimada en las líneas que conforman la población de mapeo de asociación de INTA. Los genotipos superiores fueron identificados a partir de un análisis de componentes principales usando las medias ajustadas de las variables fenotípicas analizadas para MV y PHC (Filippi y col., 2015; Fusari y col., 2012). A partir del análisis integrado de esos datos y de las características agronómicas de las líneas mantenedoras, se seleccionaron líneas homocigotas genéticamente diversas que acumulan la mayor cantidad de atributos deseables para el mejoramiento y características agronómicas compatibles para iniciar los cruzamientos y seleccionar aquellos más exitosos para continuar con el desarrollo de la población (tabla 1). Se comenzó con líneas mantenedoras de la fertilidad (B) debido a la diversidad genética y a los caracteres de interés presentes en estas líneas. Sin embargo, se prevé en los próximos años avanzar en la creación de poblaciones PMP de citoplasma restaurador (R).

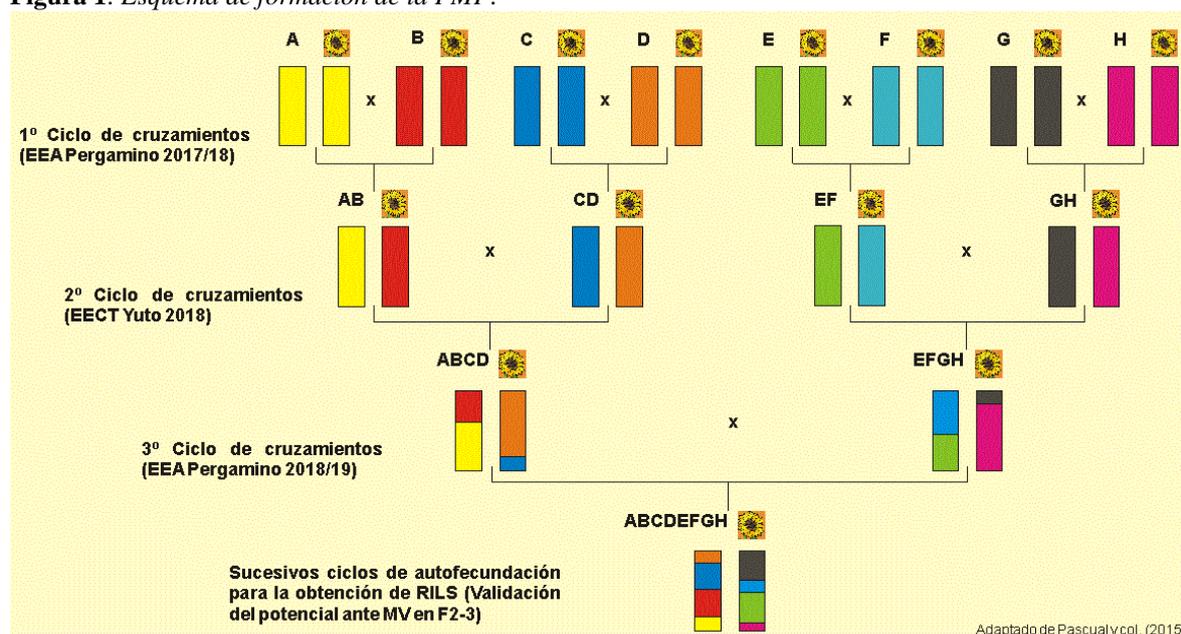
**Tabla 1.** Características de las LPs seleccionadas.

Línea	Características	Citoplasma	DAF	Grupo de Mejoramiento INTA
A	BC a MV. R a PHC, resistente a estrés hídrico	B	63	Manfredi
B	BC a MV. R a PHC, resistente a estrés hídrico	B	66	Manfredi
C	R a MV. Alto contenido de aceite	B	67	Pergamino
D	Alto contenido de AO, R a PHC	B	68	Pergamino
E	BC a PHC y a Phomopsis	B	77	Manfredi
F	R a MV, Roya y Downy mildew	B	67	Manfredi
G	MR a MV, BC PHC, BC Albugo, BC a vuelco	B	70	Pergamino
H	R a PHC, Buena ACG y características agronómicas	B	68	Manfredi
I	Resistente a estrés hídrico, retrasa senescencia	B	70	Manfredi
J	MR a MV, R a Downy mildew, BC a PHC	B	66	Pergamino
K	Alto contenido de AO, BC a PHC, MS a MV	B	65	Pergamino
L	Resistente a Downy Mildew	B	60	Pergamino

Referencias: DAF: Días a floración; BC: Buen comportamiento; R: Resistente; PHC: Podredumbre húmeda del capítulo por *S. sclerotiorum*; MV: Marchitez por *V. dahliae*; ACG: Aptitud combinatoria general; AO: Aceite Alto Oleico.

Para iniciar la población multiparental se realizaron cruzamientos de las LPs seleccionadas en base a un esquema de cruzamientos simples replicados para la generación de dialelos incompletos (Ladejobi y col., 2016) siguiendo el esquema de la figura 1. Cada letra corresponde a una LPs.

**Figura 1.** Esquema de formación de la PMP.



Adaptado de Pascual y col. (2015).



En la próxima temporada 2019/20 se realizará en la EEA Pergamino un ciclo de autofecundación para la formación de las familias que en la campaña 2020/21 serán evaluadas en infectarios naturales para validar su potencial frente a MV. Las familias ABCDEFGH serán llevadas a homocigocis durante sucesivos ciclos de autofecundación para obtener una población PMP final aproximada de 1000 líneas F7.

72

### Bibliografía

- Filippi y col. (2015) Population structure and genetic diversity characterization of a sunflower association mapping population using SSR and SNP markers. BMC Plant Biol. 15(1):52.
- Fusari y col. (2012) Association mapping in sunflower for sclerotinia head rot resistance. BMC Plant Biol. 12:93.
- Ladejobi y col. (2016) Maximizing the potential of multi-parental crop populations. Appl. Transl. Genomics. 11:9-17.
- Pascual y col. (2015) Potential of a tomato MAGIC population to decipher the genetic control of quantitative traits and detect causal variants in the resequencing era. Plant Biotechnol J. 13(4):565-577.

## Estudio de la diversidad y estructura poblacional de la población de mapeo por asociación (PMA) de INTA

Filippi CV<sup>1,2</sup>, Merino G<sup>2,3</sup>, Montecchia J<sup>1,2</sup>, Rivarola M<sup>1,2</sup>, Alvarez D<sup>4</sup>, Hopp E<sup>1,2,5</sup>, Heinz R<sup>1,2,5</sup>, Paniego N<sup>1,2</sup>, Lia V<sup>1,2,5</sup>

1 Instituto de biotecnología, CICVyA INTA Castelar; 2 CONICET; 3 Universidad Nacional de Córdoba; 4 EEA INTA Manfredi; 5 FCEN, Universidad de Buenos Aires.  
[filippi.carla@inta.gob.ar](mailto:filippi.carla@inta.gob.ar)

73

El INTA ha sido pionero en el mejoramiento de girasol a nivel internacional generando materiales propios que se conocen como germoplasma argentino. La PMA de INTA, conformada por 165 líneas endocriadas (LEs), es uno de los principales recursos usados actualmente por el programa de mejoramiento de girasol. Esta PMA representa la base de los estudios de asociación de INTA para resistencia a podredumbre húmeda del capítulo por *Sclerotinia sclerotiorum*, marchitez por *Verticillium* y estrés hídrico, identificándose también variabilidad senescencia, resistencia a Phomopsis y características fenológicas (fecha de floración) (Filippi y col 2015, 2017, Montecchia y col 2018, Gialdi y col 2017).

Con el objetivo de caracterizar este recurso, y evaluar su potencial no solo a nivel nacional sino en el contexto internacional, la PMA fue genotipificada con usando la estrategia de genotipado por secuenciación, generando un total de 18161 marcadores de tipo polimorfismo de nucleótido simple (Filippi y col 2016). Las estimas de variabilidad genética fueron moderadas, al tiempo que se obtuvieron evidencias de la existencia de tres grupos genéticos diferentes. El primer grupo estaría compuesto principalmente por LEs mantenedoras, estando fuertemente influenciado por la contribución de la línea pública HA89, el segundo grupo dominado por la presencia de líneas restauradoras, entre ellas las líneas RHA801 y RHA276, y el tercer grupo que es el mayoritario y más diverso, presenta una alta proporción de LEs mantenedoras que incluyen materiales de origen americano y variedades argentinas tradicionales (Impira INTA, Saenz Peña y RusoxKlein), y que se caracterizan por poseer contribución de germoplasma ruso diferente al del grupo 1.

Estudios preliminares comparando los niveles de diversidad de nuestra PMA con poblaciones de pre-mejoramiento de INRA (Francia) y UBC (Canadá) permitieron la identificación de alelos únicos en nuestros materiales. El entendimiento de los niveles de diversidad, estructuración y desequilibrio de ligamiento de los materiales argentinos respecto del contexto internacional permitirá asistir los programas de mejoramiento basados en estudios poblacionales.



## Bibliografía

- Filippi y col. (2015) Population structure and genetic diversity characterization of a sunflower association mapping population using SSR and SNP markers. BMC plant biology, vol. 15, no 1, p. 52.
- Montecchia y col. Integrating phenotypic and genetic diversity to breed for Sunflower Verticillium Wilt resistance. PAG XXVI Conference, San Diego, USA, Enero 2018.
- Filippi y col. (2017) Phenotyping Sunflower Genetic Resources for Sclerotinia Head Rot Response: Assessing Variability for Disease Resistance Breeding. Plant disease, vol. 101, no 11, p. 1941-1948.
- Gialdi y col. (2016) Identification and characterization of contrasting sunflower genotypes to early leaf senescence process combining molecular and physiological studies (Helianthus annuus L.). Plant Science, 2016, vol. 250, p. 40-50.
- Filippi y col. Genotyping-by-sequencing for sunflower breeding and genetics. IX encuentro internacional REDBIO Peru, junio 2016.

## Evidencias de la variabilidad del proceso citoembriológico en girasol cultivado

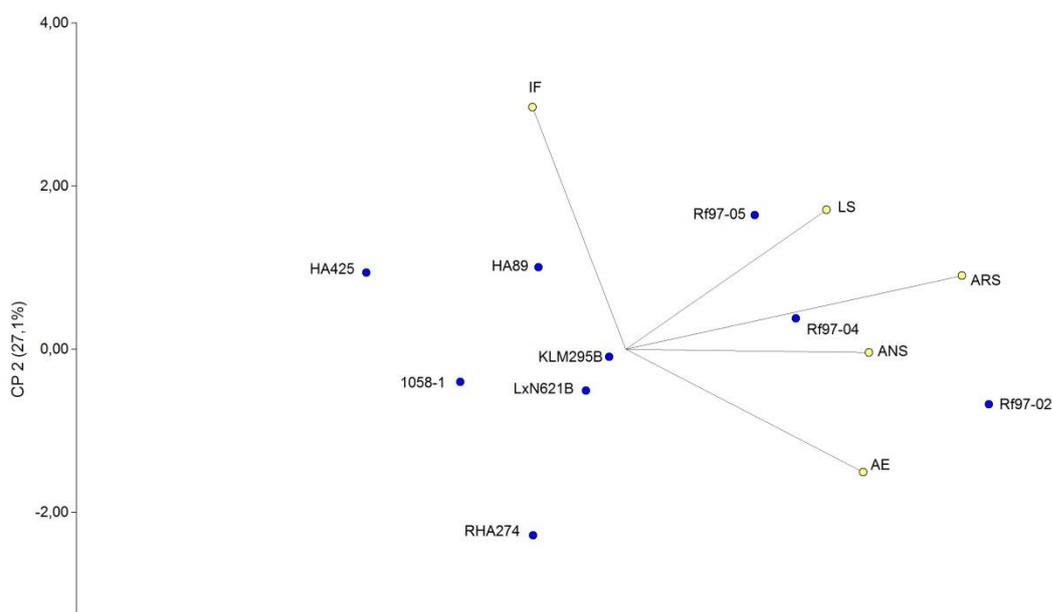
Menéndez, A.<sup>1</sup>; Zuzul, G.<sup>1</sup>; Loste, N.<sup>1</sup>; Bianchi, M.<sup>1,2</sup>; Picardi, L.<sup>1,2</sup>; Nestares, G.<sup>3</sup>; Ochogavía, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Zavalla, Santa Fe. <sup>2</sup>CIUNR, Consejo de Investigaciones Universidad Nacional de Rosario. <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario IICAR, UNR, CONICET, Zavalla, Santa Fe, Argentina. [anaochogavia@conicet.gov.ar](mailto:anaochogavia@conicet.gov.ar)

Las alteraciones ocurridas durante el proceso reproductivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) pueden generar frutos abortados en diferentes fases de su desarrollo. Sin embargo, la embriogénesis del girasol cultivado ha sido estudiada en pocos genotipos (Gotelli et al. 2008). El objetivo de este trabajo fue caracterizar y comparar el desarrollo reproductivo, y cuantificar parámetros embriológicos en nueve diferentes genotipos de girasol cultivado. Para este estudio comparativo se incluyeron cuatro líneas americanas (tres públicas: HA89, HA425, RHA274 y una experimental: 1058-1) y cinco líneas desarrolladas por la EEA INTA Pergamino (LxN621B, KLM295B, Rf97/02, Rf97/04 y Rf97/05). Se cultivaron las plantas a campo bajo sistema de riego y control manual de malezas. Se colectaron flores tubulosas durante el desarrollo reproductivo (desde botón floral a antesis). Las flores fueron fijadas en solución FAA modificado (lactic acid, chloral hydrate, phenol, clove oil, xylene; en proporciones 2:2:2:2:1), se diafanizaron en solución de Herr (Herr Jr., 1971). Un total de 497 sacos embrionarios fueron analizados con microscopía de contraste interdiferencial (DIC). *Helianthus annuus* desarrolla sacos embrionarios de tipo Polygonum (Newcomb 1973). En la mayoría de las observaciones realizadas se visualizaron sacos con desarrollo normal pudiendo identificar cada una de sus células. Sin embargo, se registraron anomalías en el desarrollo a mencionar: sacos abortados (entre 10 y 23% en todos los genotipos) y alteraciones/ engrosamientos del tejido del endotelio en la región de la chalaza (alcanzando el 100% de los sacos de los genotipos KLM295B, Rf 97/04 y HA425).

Por otro lado, con la finalidad de cuantificar la variabilidad de los sacos embrionarios por medio de parámetros biométricos, se empleó el programa *Image J* para dimensionar las siguientes variables a partir de las micrografías: Longitud del Saco (LS), Ancho del Saco (ANS), Ancho del Endotelio (AE), Área del Saco (ARS) e Índice de Forma (IF). Se ajustaron curvas de regresión lineal para cada planta a través del tiempo. Las pendientes de las rectas fueron comparadas por medio del análisis de la variancia y se detectaron diferencias significativas entre los genotipos ( $P < 0.01$ ). Se realizó un Análisis de Componentes Principales (Biplot) para estudiar la asociación entre las variables y los genotipos. Las primeras dos dimensiones explicaron el 65.9 % de la información original y se identificaron asociaciones entre las variables (Fig.1). Por medio del análisis de correlación de Pearson se comprobó que las variables ANS y ARS se encontraron positivamente asociadas ( $r = 0.4$ ;  $P < 0.05$ ), mientras que el IF estuvo negativamente asociado al AE ( $r = -0.39$ ;  $P < 0.05$ ). Por otro lado, el dendrograma de distancias euclídeas permitió definir tres grupos con tasas de variación similar para los caracteres biométricos evaluados en el tiempo agrupar los genotipos en tres grupos principales: i) Rf97/02, Rf97/04 y Rf97/05; ii) RHA274, LxN621B y KLM295B; y iii) HA89, HA425 y 1058-1. En algunos casos, estos agrupamientos pueden asociarse al origen geográfico de las líneas y en otros, al grupo de combinación, como en

el caso de las líneas restauradoras de la fertilidad. Estos resultados aportan datos citoembriológicos específicos que ponen en evidencia la variabilidad del proceso reproductivo en la especie girasol.



**Fig. 1.** Biplot basado en la media de las pendientes de cada variable para cada genotipo. Se identificaron tres grupos de genotipos con tasas de variación similar para los caracteres biométricos evaluados en el tiempo: 1) RF97/05, RF97/04 y RF97/02; 2) HA89 y HA 425; 3) RHA274, KLM295B, 1058-1 y

**Figura 1.** Biplot basado en la media de las pendientes de cada variable para cada genotipo. Se identificaron tres grupos de genotipos con tasas de variación similar para los caracteres biométricos evaluados en el tiempo: 1) RF97/05, RF97/04 y RF97/02; 2) HA89 y HA 425; 3) RHA274, KLM295B, 1058-1 y LxN621B.

## Bibliografía

- Herr Jr. JM (1971). A new clearing-squash technique for the study of ovule development in angiosperms. Am J Botany 785-790
- Newcomb W (1973). The development of the embryo sac of early stages of female sunflower *Helianthus annuus* before fertilization. Canadian J. Bot. 51 863-878.

## Fenotipado y genotipado con marcadores SSR de líneas endocriadas de girasol (*Helianthus annuus* L.), contrastantes para la tolerancia al estrés hídrico

77

Nancy G. Grandon<sup>1\*</sup>, Eugenia A. Martin<sup>2</sup>, Emanuel Cicconi<sup>3</sup>, Carolina del P. Díaz<sup>4</sup>,  
Eva M. C. Mamaní<sup>1</sup>, Ma. Valeria Moreno<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología, INTA-EEA Manfredi. Ruta Nac. N° 9. Km 636. (5988) Manfredi, Córdoba, Argentina. <sup>2</sup>IICAR-CONICET. Campo Experimental Villarino, CC N° 14 (S2125ZAA). Zavalla, Santa Fe, Argentina. <sup>3</sup>Asesor técnico. Buenos Aires 563. (5986) Oncativo, Córdoba, Argentina. <sup>4</sup>Estadística. Grupo Economía, INTA-EEA Manfredi. Ruta Nac. N° 9. Km 636. (5988) Manfredi, Córdoba, Argentina. \*e-mail: [grandon.nancy@inta.gob.ar](mailto:grandon.nancy@inta.gob.ar)

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar siete líneas endocriadas de girasol para la tolerancia al estrés hídrico en condiciones controladas y determinar su genotipo con marcadores SSR. El fenotipado se realizó en invernáculo durante el periodo vegetativo bajo dos condiciones hídricas: a capacidad de campo (CC) y bajo estrés (EH: 70% de CC). El periodo de estrés efectivo fue de 16 días comenzando en el estadio fenológico de ocho hojas. Las variables evaluadas fueron ganancia de área foliar (GAF), transpiración total acumulada (Tta), tasa de asimilación neta (TAN), eficiencia en el uso del agua (EUA) y la relación tasa transpiratoria (TT) vs. déficit de presión de vapor (DPV) (pendiente y punto C). Además, se las genotipificó con 127 marcadores SSR y se realizó un análisis de conglomerados mediante el cálculo de las distancias de Nei *Standard*. Se encontraron diferencias significativas tanto para genotipo como para tratamiento e interacción significativa para TAN, EUA y el punto C. Bajo EH, todos los genotipos mostraron una reducción de GAF y Tta, y un aumento de TAN y EUA; mostrando una alta correlación positiva entre estos grupos de variables ( $r=0,60$  y  $r=0,77$ , respectivamente). Por otro lado, todos los genotipos mostraron una reducción de la pendiente y el punto C de la relación TT-DPV bajo estrés. El ACP explica el 80% de la variabilidad y la CP1 separa a los genotipos HA89 y R419 de los demás genotipos por tener menor pendiente y mayor punto C. Mientras que la CP2 separa a los genotipos por tratamientos en función de los valores de EUA y Tta. De los 127 SSR analizados, amplificaron 91 SSR y se detectaron 262 alelos. Por otro lado, el análisis de conglomerados logró discriminar dos grupos, uno formado por HAR4 y B59 y otro que incluye a los demás genotipos. De acuerdo con estos resultados las líneas endocriadas fueron clasificadas como de alta eficiencia transpiratoria (HA64 y HAR4), intermedia (B59, R423 y R432) y baja (HA89 y R419). Siendo posible la construcción de poblaciones de mapeo a partir del cruzamiento de los genotipos de alta y baja eficiencia transpiratoria.

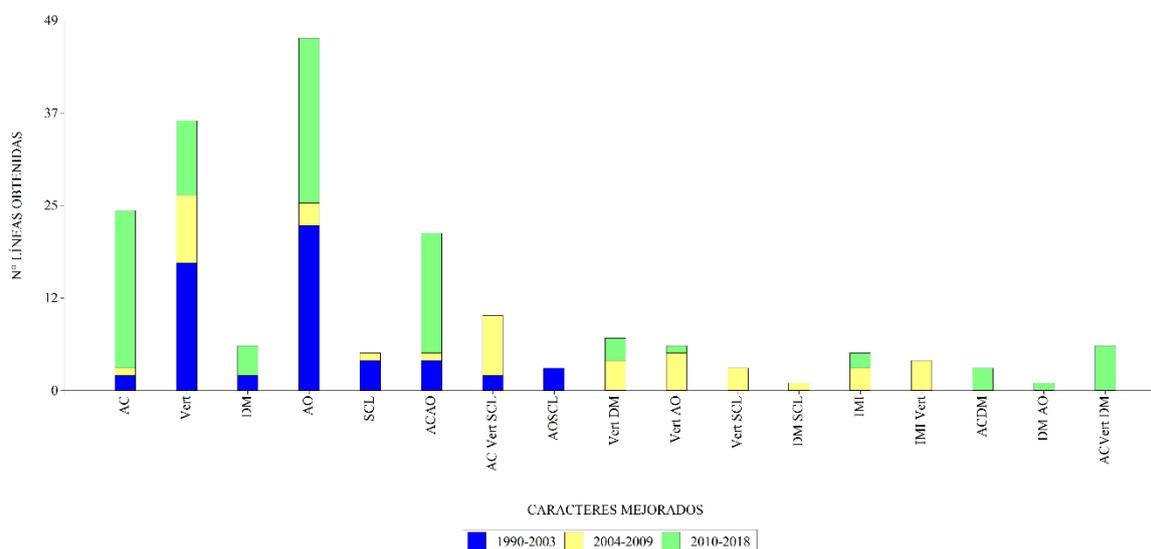
## Girasol en la EEA INTA Pergamino en tres períodos de mejoramiento

Gonzalez, J.<sup>1\*</sup> & Dominguez, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. C.C. 31 (2700) Pergamino, Argentina. Tel: +542477439023. [gonzalez.julio@inta.gob.ar](mailto:gonzalez.julio@inta.gob.ar)

78

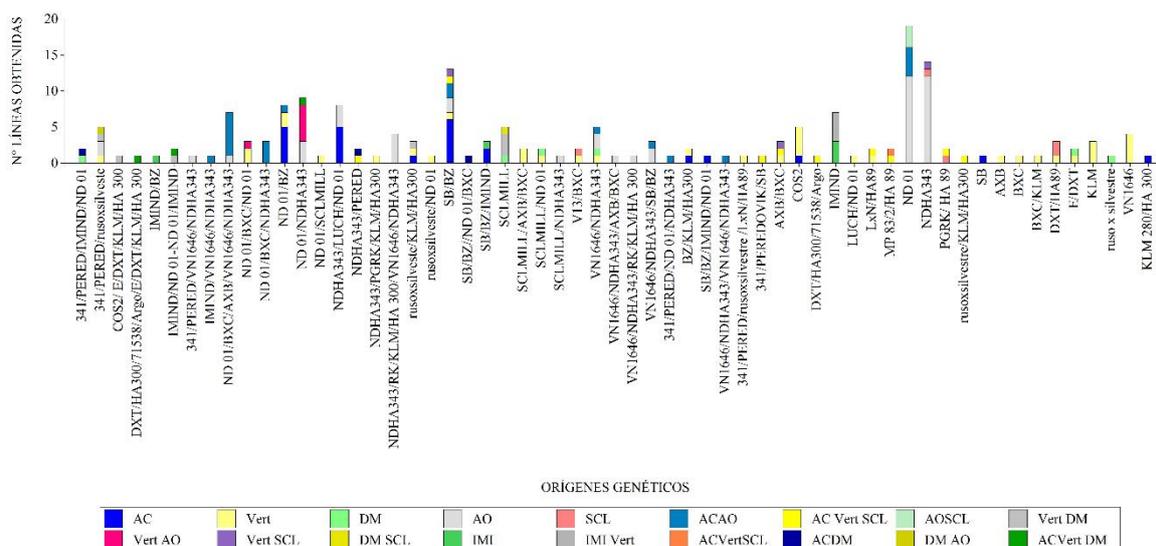
La Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) conduce un programa de mejoramiento de Girasol desde 1939. El mejoramiento de girasol en la Argentina resultó en un progreso genético constante para rendimiento en todas las regiones de cultivo de esta especie (González y col., 2011). A través de los años el mejoramiento produjo modificaciones en el germoplasma para lograr adaptación a los nuevos ambientes manteniendo estabilidad en los rendimientos (Kg aceite/ha) o maximizando su potencial. Se presenta la evolución del mejoramiento de girasol en tres períodos de tiempo en la EEA Pergamino: 1° 1990-2003, 2° 2004-2009 y 3° 2010-2018. El objetivo del trabajo fue evaluar el aporte al mejoramiento obtenido en los tres períodos y las fuentes de germoplasma que contribuyeron al logro de la mejora de los genotipos por medio de los caracteres incorporados.



**Figura 1.** Caracteres mejorados en tres períodos y número de líneas obtenidas por período y carácter.

Referencias: AC: alto aceite, Vert: Resistencia a *Verticillium dahliae*, DM: Resistencia a Downy mildew, AO: alto contenido de ácido oleico, SCL: Resistencia a *Sclerotinia sclerotiorum*, AC AO: alto aceite y alto contenido de ácido oleico, AC Vert SCL: alto aceite, resistencia a *V. dahliae* y resistencia a *S. sclerotiorum*, AOSCL: Alto contenido de ácido oleico y resistencia a *S. sclerotiorum*, Vert DM: Resistencia a *V. dahliae* y a Downy mildew, Vert AO: Resistencia a *V. dahliae* y alto contenido de ácido oleico, Vert SCL: Resistencia a *V. dahliae* y a *S. sclerotiorum*, DM SCL: Resistencia a Downy mildew y a *S. sclerotiorum*, IMI: Resistencia a imidazolinonas, IMI Vert: Resistencia a imidazolinonas y a *V. dahliae*, AC DM: alto aceite y resistencia a Downy mildew, DM AO: Resistencia a Downy mildew y alto contenido de ácido oleico, AC Vert DM: alto aceite, resistencia a *V. dahliae* y resistencia a Downy mildew.

En el análisis del número de líneas obtenidas por período y carácter (Fig. 1) se observa que en el 1<sup>er</sup> período (1990-2003) se enfocó en mejorar la resistencia a *V. dahliae* y en obtener líneas de alto oleico, además se obtuvieron materiales con resistencia a *S. sclerotiorum* y *Downy mildew*. Se partió de poblaciones mejoradas y de cruzamientos de la EEA Pergamino y de materiales provenientes de North Dakota State University, EE. UU. En el 2<sup>do</sup> período (2004-2009) aumenta el número de líneas que reúnen más de un carácter mejorado y se obtuvieron líneas con resistencia a herbicidas de la familia de las imidazolinonas. En este periodo se incrementó el número de cruza entre pozos genéticos y se obtuvieron genotipos mejorados a partir de diferentes fuentes. En el 3<sup>er</sup> período (2010-2018) se alcanza el número más alto de líneas con caracteres mejorados obtenidas a partir del mayor número de orígenes diversos. Se mantiene la tendencia del período anterior de reunir en una misma línea dos y hasta tres caracteres destacados y se incrementa el número de líneas con alto contenido de aceite y alto contenido de ácido oleico.



Analizando el aporte de las diferentes fuentes genéticas al mejoramiento de los caracteres en los tres períodos (Fig. 2), se observa que para contenido de aceite se destacaron SB/BZ, ND01/BZ y NDHA343/LUCH/ND 01; para resistencia a *V. dahliae* VN1646, COS2 y KLM; para resistencia a *Downy mildew* SCLMILL, SCLMILL/ND 01, 341/PERED/IMIND/ND 01, E/DXT, ruso x silvestre y VN1646/NDHA343; para resistencia a *S. sclerotiorum* DXT/HA89. Los orígenes ND 01 y NDHA343 fueron las fuentes de alto contenido de ácido oleico e IMIND la de resistencia a imidazolinonas.

En los tres períodos analizados se obtuvo un número importante de líneas con diferentes caracteres mejorados provenientes de fuentes genéticas de origen diverso. La incorporación de variabilidad obtenida a través de genotipos de distinto origen permitió aumentar el número de líneas logradas para diferentes objetivos de mejoramiento y reducir la vulnerabilidad de las mismas frente a las principales enfermedades, incrementar el contenido de aceite y de ácido oleico y obtener resistencia a herbicidas de la familia imidazolinonas.

#### Bibliografía

- Bertero de Romano & Vázquez. (2003) Origin of the Argentine sunflower varieties. *Helia*, 26:127-136.
- González, y col. (2011) Evolución del rendimiento y otros atributos agronómicos en el germoplasma comercial de girasol argentino (1986-2006). *RIA* 37 N° 3: 275- 280.
- InfoStat, [<https://www.infostat.com.ar/>]. Versión 2011 (Universidad Nacional de Córdoba).

## Performance de híbridos de girasol y variabilidad de líneas en un análisis de conglomerados

Gonzalez, J.<sup>1\*</sup> & Dominguez, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. C.C. 31 (2700) Pergamino, Argentina. Tel: +542477439023. [gonzalez.julio@inta.gob.ar](mailto:gonzalez.julio@inta.gob.ar)

El programa de mejoramiento de girasol de la EEA Pergamino conduce evaluaciones de híbridos en diferentes localidades del área girasolera argentina. Por otra parte se llevan a cabo descripciones fenológicas, morfológicas y agronómicas de caracteres de líneas que intervienen en la formación de los híbridos. La información obtenida en estas dos actividades permitiría relacionar la variabilidad de las líneas con la performance de sus híbridos.

El análisis multivariado ha sido una herramienta empleada para estudiar la variabilidad del germoplasma (Rao, 1952) y se condujeron numerosos estudios para evaluarla empleando caracteres morfológicos y agronómicos (Arshad y col., 2007).

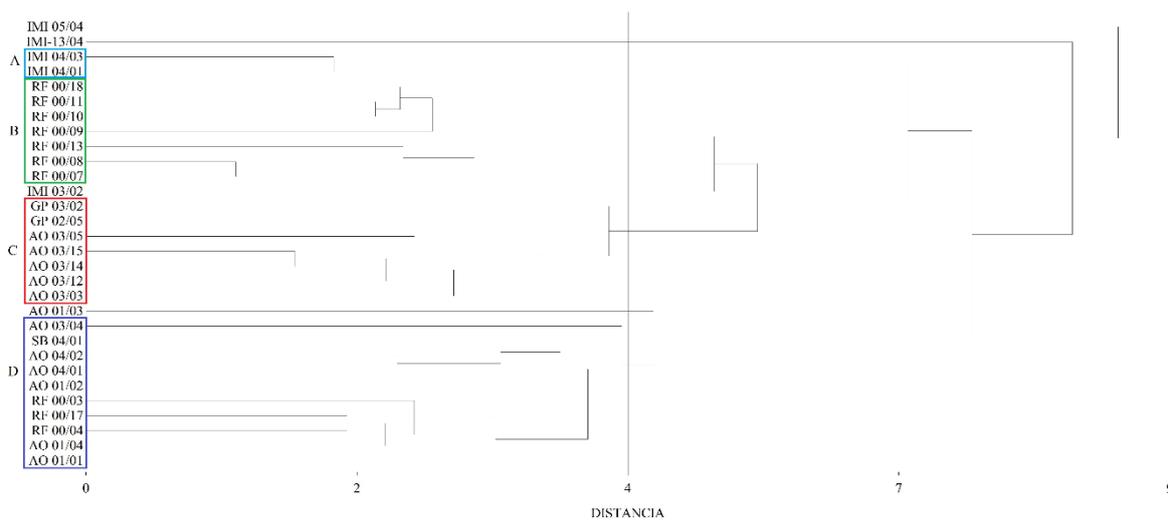
El objetivo del trabajo fue estudiar la asociación entre la performance de híbridos, evaluados a través de rendimiento de semilla y contenido porcentual de aceite y la variabilidad de las líneas que los originaron por medio del análisis multivariado de conglomerados.

Se analizaron 78 híbridos experimentales obtenidos de cruzamientos entre líneas de la EEA Pergamino. La información provino de 36 ensayos realizados desde las campañas 2005/06 a 2017/18 en las localidades de: Pergamino, Bellocq, Coronel Suarez, Manfredi, Reconquista, Bolívar, Paraná, Anguil, Colón y Asturias.

El análisis multivariado se efectuó sobre 15 líneas androestériles (A) y 15 líneas restauradoras de fertilidad (Rf). Se efectuaron cuatro observaciones de cada una de ellas de los siguientes caracteres: número de hojas, diámetro del tallo, largo de la lámina, ancho de la lámina, largo del pecíolo, diámetro del capítulo, largo de las brácteas, número de flores liguladas, largo de lígula, ancho de lígula, número de aquenios/capítulo, peso de cien aquenios, porcentaje de pepita y porcentaje de aceite. Se tomaron también medidas de altura de planta y número de días desde siembra a floración. Las observaciones obtenidas fueron analizadas por técnicas de análisis multivariado de conglomerados mediante el programa estadístico Infostat®.

La figura 1 muestra ubicación de 15 líneas A y 15 líneas Rf que originaron los 78 híbridos evaluados. Se observa la formación de cuatro grupos distintos (A, B, C, D), mientras que las líneas AO 01/03, IMI 03/02, IMI 13/04 e IMI 05/04 mantienen su individualidad a ese nivel de corte del dendrograma.

**Figura 1.** Agrupamiento de 30 líneas de girasol para caracteres de aquenio, botánicos y floración.



En la tabla 1 se comparan los resultados de la performance de los híbridos para rendimiento y aceite con la ubicación en el dendrograma (figura 1) de las líneas que los componen.

**Tabla 1.** Performance de híbridos vs ubicación de líneas en el dendrograma.

Pedigree	Rendimiento				Aceite				Pedigree	Rendimiento				Aceite			
	S/D	Dif -	GD	GI	S/D	Dif -	GD	GI		S/D	Dif -	GD	GI	S/D	Dif -	GD	GI
AO 01/01/Rf-00/09	0	11	1	0	1	0	1	0	GP 02/05/Rf 00/11	0	1	1	0	0	1	1	0
AO 01/01/Rf-00/10	0	1	1	0	0	0	1	0	GP 02/05/Rf 00/17	0	1	1	0	0	1	1	0
AO 01/01/Rf-00/17	0	1	0	1	0	1	0	1	GP 02/05/Rf 00/18	0	1	1	0	1	0	1	0
AO 01/02/IMI 13/04	0	3	1	0	0	1	1	0	AO 03/03/Rf-00/09	1	0	1	0	1	0	1	0
AO 01/02/Rf-00/09	1	0	1	0	0	1	1	0	AO 03/03/Rf-00/10	0	1	1	0	0	1	1	0
AO 01/02/Rf-00/10	0	0	1	0	0	2	1	0	AO 03/03/Rf-00/11	0	5	1	0	0	1	1	0
AO 01/02/Rf-00/11	0	2	1	0	2	0	1	0	AO 03/03/Rf-00/13	0	1	1	0	0	1	1	0
AO 01/02/Rf-00/17	0	3	0	1	0	0	0	1	AO 03/03/Rf-00/17	0	4	1	0	0	1	1	0
AO 01/03/Rf-00/03	0	1	1	0	0	0	1	0	AO 03/14/Rf-00/03	0	0	1	0	4	0	1	0
AO 01/03/Rf-00/04	0	1	1	0	0	1	1	0	AO 03/14/Rf-00/08	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/03/Rf-00/08	0	4	1	0	0	1	1	0	AO 03/14/Rf-00/09	0	1	1	0	1	0	1	0
AO 01/03/Rf-00/09	0	2	1	0	4	0	1	0	AO 03/14/Rf-00/10	0	1	1	0	1	0	1	0
AO 01/03/Rf-00/10	1	0	1	0	0	3	1	0	AO 03/14/Rf-00/11	0	0	1	0	0	2	1	0
AO 01/03/Rf-00/13	0	3	1	0	0	2	1	0	AO 03/14/Rf-00/13	0	4	1	0	0	5	1	0
AO 01/03/Rf-00/17	0	1	1	0	0	1	1	0	AO 03/14/Rf-00/17	0	2	1	0	0	1	1	0
AO 03/15/Rf-00/03	0	1	1	0	1	0	1	0	AO 04/02/Rf-00/04	0	1	0	1	0	1	0	1
AO 03/15/Rf-00/07	0	0	1	0	0	0	1	0	AO 04/02/Rf-00/10	1	0	1	0	0	1	1	0
AO 03/15/Rf-00/09	0	4	1	0	0	1	1	0	AO 04/02/Rf-00/11	0	2	1	0	0	4	1	0
AO 03/15/Rf-00/10	0	8	1	0	3	0	1	0	AO 04/02/Rf-00/13	0	0	1	0	0	2	1	0
AO 03/15/Rf-00/11	0	0	1	0	0	2	1	0	AO 04/02/Rf-00/17	0	3	0	1	0	3	0	1
AO 03/15/Rf-00/17	0	0	1	0	0	2	1	0	AO 04/02/Rf-00/18	0	1	1	0	0	1	1	0
AO 03/05/Rf-00/09	1	0	1	0	1	0	1	0	AO 04/01/Rf-00/09	0	2	1	0	0	1	1	0
AO 03/05/Rf-00/10	0	10	1	0	0	5	1	0	AO 04/01/Rf-00/10	0	10	1	0	0	3	1	0
AO 01/04/IMI 03/02	0	1	1	0	0	1	1	0	GP 03/02/Rf 00/03	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/IMI 04/03	0	1	1	0	1	0	1	0	GP 03/02/Rf 00/07	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/IMI 05/04	0	1	1	0	0	1	1	0	GP 03/02/Rf 00/08	1	0	1	0	0	1	1	0
AO 01/04/Rf-00/03	0	0	0	1	0	0	0	1	GP 03/02/Rf 00/09	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/Rf-00/08	0	2	0	0	0	0	0	0	GP 03/02/Rf 00/10	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/Rf-00/09	0	0	1	0	1	0	1	0	GP 03/02/Rf 00/11	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/Rf-00/10	0	1	1	0	0	1	1	0	GP 03/02/Rf 00/13	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/Rf-00/13	0	3	1	0	0	2	1	0	GP 03/02/Rf 00/17	0	2	1	0	0	2	1	0
AO 01/04/Rf-00/17	0	4	0	1	0	3	0	1	GP 03/02/Rf 00/18	0	2	1	0	0	0	1	0
AO 01/04/Rf-00/18	0	7	1	0	6	0	1	0	SB 04/01/Rf-00/03	0	1	0	1	3	0	0	1
AO 03/12/IMI 03/02	0	1	1	0	0	1	1	0	SB 04/01/Rf-00/09	0	1	1	0	0	2	1	0
AO 03/12/IMI 04/01	0	1	1	0	0	1	1	0	SB 04/01/Rf-00/10	0	1	1	0	1	0	1	0
AO 03/12/IMI 04/03	0	1	1	0	0	1	1	0	SB-04/01/Rf-00/13	0	1	1	0	0	1	1	0
AO 03/12/Rf-00/03	0	0	1	0	2	0	1	0	AO 03/04/Rf-00/03	0	1	0	1	1	0	0	1
AO 03/12/Rf-00/09	0	1	1	0	0	1	1	0	AO 03/04/Rf-00/09	1	0	1	0	1	0	1	0
AO 03/12/Rf-00/10	0	1	1	0	1	0	1	0	AO 03/04/Rf-00/10	0	1	1	0	1	0	1	0

Referencias: **S/D**: Número de casos en los que el híbrido no tuvo diferencia significativa ( $p$ -valor $<0,05$ ) con el más alto valor del carácter. **Dif -**: Número de casos en los que el híbrido tuvo diferencia significativa ( $p$ -valor $<0,05$ ) con el valor del carácter y fue menor que el valor más alto. **GD**: Líneas parentales del híbrido en distintos grupos del dendrograma. **GI**: Líneas parentales del híbrido en el mismo grupo del dendrograma.

Las cruzas AO 01/02/Rf-00/09, AO 01/03/Rf-00/10, AO 03/03/Rf-00/09, AO 03/04/Rf-00/09, AO 03/05/Rf-00/09, AO 04/02/Rf-00/10 y GP 03/02/Rf-00/08 tuvieron buena performance en rendimiento y sus líneas se ubicaron en diferentes grupos del dendrograma. Por otra parte AO 01/01/Rf-00/09, AO 03/05/Rf-00/10, AO 04/01/Rf-00/10, AO 03/15/Rf-00/10, AO 01/04/Rf-00/18 y AO 03/03/Rf-00/11 tuvieron sus líneas ubicadas en distintos grupos y su performance fue mala.

Para contenido de aceite las cruzas AO 01/04/Rf-00/18, AO 01/03/Rf-00/09 y AO 03/14/Rf-00/03 tuvieron una performance destacada y sus líneas se ubicaron en grupos distintos del dendrograma.

Sin embargo SB 04/01/Rf-00/03 que también se destacó para el carácter sus líneas se ubicaron en el mismo grupo.

De acuerdo a estos resultados no se observa para las variables que intervienen en el análisis una tendencia firme entre la ubicación de las líneas en el análisis de conglomerados y la performance de sus híbridos.

Estos resultados indicarían la necesidad de incorporar otras variables al análisis de los materiales, como por ejemplo la caracterización genómica de las líneas, el origen, entre otras, para explorar la variabilidad y su relación con la performance productiva.

#### Bibliografía

- Arshad y col. (2007) Genetic divergence and path coefficient analysis for seed yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. Pakistan Journal of Botany 39:2009-2015.
- InfoStat, [<https://www.infostat.com.ar/>]. Versión 2011 (Universidad Nacional de Córdoba).
- Rao. (1952) Advanced statistical methods in biometrical research. Ed. John Wiley and Sons, pp. 389. New York.

## Identificación de determinantes genéticos para la resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo mediante aproximaciones de genómica funcional

85

Rivarola, M.<sup>a</sup>; Fass, M.<sup>a</sup>; Ribone, A.<sup>a</sup>; Filippi, C.<sup>a</sup>; Ehrenbolger, G.<sup>a</sup>; Maringolo, C.<sup>c</sup>; Quiroz, F.<sup>c</sup>; Hopp, E.<sup>a,b</sup>; Heinz, R.<sup>a</sup>; Lia, V.<sup>a,b</sup>; Paniego, N.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (IABIMO), INTA, CONICET, Buenos Aires, Argentina; <sup>b</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina; <sup>c</sup> Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA, Buenos Aires, Argentina. Contacto: [monifass@gmail.com](mailto:monifass@gmail.com)

En este trabajo se presentan avances en el estudio de la interacción planta-patógeno a nivel transcripcional focalizando en las etapas tempranas de la invasión de *Sclerotinia sclerotiorum* en el capítulo de girasol. Esta aproximación, planteada en paralelo a los estudios de mapeo de QTLs para identificar las regiones de la resistencia, tiene como objetivo profundizar el estudio de los determinantes genéticos específicos involucrados en la respuesta de defensa del girasol a *S. sclerotiorum*. Se plantearon dos enfoques, uno orientado a caracterizar a nivel transcripcional la respuesta de resistencia en materiales que presentan comportamiento diferencial y otro, dirigido al reconocimiento de redes de interacción génica involucradas en la expresión de la resistencia usando los niveles de expresión de líneas en los extremos de la distribución fenotípica de la población de asociación.

Para la primera aproximación se estudiaron las líneas HA89 (susceptible, S) y HA853 y RK416 (moderadamente resistentes, MR) en etapas tempranas de la infección (0, 4 y 8 dpi). Los resultados obtenidos indican que las líneas se diferencian en sus perfiles de expresión génica, principalmente al día 8 post-inoculación. Se identificaron 323 genes diferencialmente expresados, mostrando poco solapamiento entre líneas y observándose un perfil funcional particular para cada una. Estos resultados sugieren la activación de vías independientes durante la respuesta de defensa.

Para la segunda aproximación, se seleccionaron las 80 líneas endocriadas (LE) más contrastantes en su respuesta frente a PHC. A través del modelado con modelos lineales generalizados y mixtos de cinco variables (incidencia (DI), severidad (DS), área bajo la curva de progreso de la enfermedad para DI y DS y período de incubación de la enfermedad) registradas durante cinco campañas se obtuvieron las medias ajustadas por línea para cada variable fenotípica. Un análisis de *clusters* (paquete MCLUST, Scrucca et al 2016) permitió particionar los materiales en seis grupos. Se seleccionaron las LE de los grupos más distantes (40 moderadamente resistentes y 40 susceptibles) y se sembraron en la campaña 2016-17 realizada en la EEA Balcarce, con un diseño de completamente aleatorizado con tres réplicas. Los capítulos de girasol colectados a 8 dpi fueron procesados y se espera identificar los factores regulatorios involucrados en la expresión del carácter por mapeo de QTLs de expresión (eQTL) complementando los conocimientos alcanzados usando mapeo de asociación. Los mecanismos de resistencia identificados favorecerían el control de la enfermedad en ambientes predisponentes, situación cada vez más frecuente en el contexto del cambio climático.



## Bibliografía

- Scrucca L., et al. (2016) mclust 5: clustering, classification and density estimation using Gaussian finite mixture models The R Journal 8/1, pp. 205-233.

## Desarrollo de poblaciones mutagenizadas: identificación y caracterización de mutantes de genes candidatos involucrados en la resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo

87

Fass, M.<sup>a</sup>; Vera, P.<sup>a</sup>; Puebla, A.<sup>a</sup>; Di Rienzo, J.<sup>c</sup>; Alvarez, D.<sup>d</sup>; Hopp, E.<sup>a,b</sup>; Heinz, R.<sup>a</sup>; Lia, V.<sup>a,b</sup>; Paniego, N.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (IABIMO), INTA, CONICET, Buenos Aires, Argentina; <sup>b</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina; <sup>c</sup> Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrarias, Córdoba, Argentina; <sup>d</sup> Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, INTA, Córdoba, Argentina. Contacto: [monifass@gmail.com](mailto:monifass@gmail.com)

Las poblaciones mutagenizadas son valiosas herramientas de genética reversa utilizadas en la validación de genes candidatos para el mejoramiento de caracteres complejos y permiten la generación estable de mutantes agrónomicamente importantes. En este estudio se propuso validar la intervención de un set de genes candidatos en la resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo (PHC) y evaluar su contribución a la respuesta de defensa a través del análisis fenotípico de mutantes.

Se realizó una búsqueda de mutaciones en dos poblaciones mutagenizadas de girasol, HA89-EMS y B91-X. Para la identificación de variantes en cada una de estas poblaciones se optimizaron dos técnicas de genotipificación masiva que permiten la búsqueda de mutantes a gran escala: la detección de heteroduplex por medio de la enzima endonucleasa CEL1 mediante electroforesis capilar (HA89-EMS) y la secuenciación de amplicones mediante PCR *multiplex* basada en microfluídica (B91-X).

En la población HA89-EMS, el examen de fragmentos de ADN de diez genes candidatos (1146 plantas, 7989552 bp) permitió la identificación de dos mutaciones puntuales en dos genes candidatos. Por otro lado, análisis iniciales sobre la población B91-X (188 plantas, 3262552 bp) permitieron identificar 28 mutaciones puntuales localizadas en 15 de los 48 genes evaluados.

La respuesta a PHC de las mutantes identificadas en la población HA89-EMS fue evaluada en ensayos de desafío con el hongo en condiciones de campo. Una de las mutantes, que tiene una alteración en la secuencia de un gen que codifica para una proteína mitocondrial de captación de calcio y se expresa en estambre y polen, presentó mayor resistencia a PHC relativa al control ( $p < 0.05$ ).

En conclusión, los resultados presentados ofrecen nuevas perspectivas para el mejoramiento eficiente a través de la generación de variantes alélicas nuevas para la resistencia a PHC y el apilamiento de genes candidatos validados.

Agradecemos a Mariano Bulos y Emiliano Altieri de Nidera Semillas por proveer el material vegetal de la población HA89-EMS y por su colaboración.

## Caracterización de fuentes de resistencia a la podredumbre húmeda del capítulo (PHC) causada por *Sclerotinia sclerotiorum* en girasol

Filippi CV<sup>1,2</sup>, Zubrzycki J<sup>1</sup>, Quiroz F<sup>3</sup>, Maringolo C<sup>3</sup>, Alvarez D<sup>4</sup>, Hopp E<sup>1,5</sup>, Escande A<sup>3</sup>, Heinz R<sup>1,2,5</sup>, Lia Va<sup>1,2,5</sup>, Paniego N<sup>1,2</sup>

1 Instituto de biotecnología, CICVyA INTA Castelar; 2 CONICET; 3 UI FCA EEA INTA Balcarce; 4 EEA INTA Manfredi; 5 FCEN, Universidad de Buenos Aires.  
[filippi.carla@inta.gob.ar](mailto:filippi.carla@inta.gob.ar)

88

En este trabajo se presentan los principales resultados obtenidos durante los últimos 10 años de trabajo sobre resistencia a PHC en girasol utilizando estrategias de mapeo de asociación (MA) y mapeo de ligamiento (ML), para identificar loci de carácter cuantitativo (QTL), y/o variantes alélicas favorables.

Para esto, un conjunto de 135 líneas endocriadas de girasol seleccionadas entre los materiales pre-mejorados por INTA por características como tolerancia a estreses, calidad, adaptabilidad (Filippi y col 2015), y una población biparental (PB) derivada del cruzamiento de las líneas públicas PAC2 (moderadamente resistente) x RHA266 (susceptible) fueron evaluadas durante cinco ensayos consecutivos a campo en la EEA Balcarce. Variables como incidencia, área bajo la curva de progreso de la enfermedad, severidad y período de incubación fueron utilizadas como descriptores de la respuesta luego de inoculación asistida con ascosporas del patógeno en los distintos ensayos realizados. Se encontró variabilidad significativa ( $p < 0.001$ ) entre los materiales pertenecientes a PMA y PB para todas las variables fenotípicas (Filippi y col 2017, Montecchia y col 2018).

En cuanto a la caracterización genotípica, tanto los materiales pertenecientes a la PMA como a PB fueron genotipificadas utilizando paneles de marcadores moleculares de tipo microsatélite, genes candidatos y polimorfismos de nucleótido simple (SNPs).

En el enfoque de MA, luego de corregir por estructura poblacional y parentesco, se identificaron 13 regiones asociadas con resistencia a PHC. Por su parte, con ML se identificaron 49 QTLs. Ambas aproximaciones coinciden en identificar una región asociada a resistencia en el grupo de ligamiento 8. Numerosos genes candidato mapearon en las proximidades de los SNPs asociados y QTLs detectados. Este análisis integrador de datos fenotípicos y moleculares en dos poblaciones diferentes ha permitido identificar líneas superiores entre los materiales pre-mejoradas que contienen de uno a tres factores de resistencia para PHC y paneles de marcadores moleculares para distintos propósitos, ya sea evaluar identidad, pureza genética, selección asistida.



## Bibliografía

- Filippi y col. (2015) Population structure and genetic diversity characterization of a sunflower association mapping population using SSR and SNP markers. BMC plant biology, vol. 15, no 1, p. 52.
- Filippi y col. (2017) Phenotyping Sunflower Genetic Resources for Sclerotinia Head Rot Response: Assessing Variability for Disease Resistance Breeding. Plant disease, vol. 101, no 11, p. 1941-1948.
- Montecchia y col. Integrating phenotypic and genetic diversity to breed for Sunflower Verticillium Wilt resistance. PAG XXVI Conference, San Diego, USA, Enero 2018.

## Mínima utilización de recursos para seleccionar híbridos de comportamiento destacado frente a *Sclerotinia* de capítulos

Delgado, S.G.<sup>1</sup>; Castaño, F.<sup>1</sup>; Cendoya, M.G.<sup>1</sup>; Quiroz, F.<sup>2</sup> y Salaberry, T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina, <sup>2</sup>Estación Experimental Agropecuaria Balcarce-INTA. [sdelgado@mdp.edu.ar](mailto:sdelgado@mdp.edu.ar)

En el sudeste de Bs As hay buenas condiciones para el cultivo de girasol y para la aparición de la podredumbre blanca del capítulo (PBC) causada por *Sclerotinia sclerotiorum*. Los criaderos asignan muchos recursos para desarrollar híbridos moderadamente resistentes a dicha enfermedad (Godoy y col., 2005). El objetivo fue señalar un valor óptimo de años, repeticiones y plantas por parcela (pl/p) que permita discriminar entre dos cultivares por su comportamiento.

En Balcarce, se sembraron 37 híbridos siguiendo un DBCA con 3 repeticiones y durante 3 años. Por parcela se inocularon 12 capítulos con ascosporas de *S. sclerotiorum* según el protocolo francés. Se estimaron dos variables: periodo de incubación relativo (PIR) y crecimiento de la lesión relativo (CLR). Se ajustó un modelo en función de los años, híbridos, interacción híbrido-año, bloques dentro de año y dos fuentes de error, entre y dentro de la parcela. Visto que los datos estaban desbalanceados, se estimó el Grado de Determinación Genética (GDG) de la siguiente manera:

$$\hat{GDG} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \frac{\hat{\sigma}_{ga}^2}{a} + \frac{\hat{\sigma}^2}{an} + \frac{\hat{\sigma}_s^2}{ans}}$$

Dónde:

$\hat{\sigma}_g^2$ : varianza genética,  $\hat{\sigma}_{ga}^2$ : varianza debida a la interacción cultivar por año,  $\hat{\sigma}^2$ : varianza del error,  $\hat{\sigma}_s^2$ : varianza debida al submuestreo,  $a$ : número de años,  $an$ : media armónica del número de repeticiones de cada cultivar,  $ans$ : media armónica del número de plantas con que se evaluó cada cultivar.

Se estimó para cada híbrido su mejor predictor lineal insesgado (BLUP) y el test de diferencia mínima significativa (DMS). Luego se realizaron submuestras del conjunto de datos con menor cantidad de plantas y con dos bloques y años en vez de tres. Con esas combinaciones se volvió a estimar los BLUPs y también el test de DMS.

Con todos los recursos (i.e. 3 años, 3 bloques, 12 pl/p), el 78% del conjunto de genes que controla en estos híbridos, el nivel de resistencia para PIR fue detectado. Para CRL fue del 63%. A medida que la cantidad de plantas/parcela, bloques y/o años considerados decrecía, la variabilidad del error y la incapacidad de distinguir híbridos por su comportamiento aumentó (Tablas 1 y 2).

**Tabla 1.** Varianzas promedio de los BLUP de los híbridos evaluados por PIR y la probabilidad de obtener varianzas menores a 0,0031, calculadas a partir de los submuestreos realizados con menor cantidad de recursos.

A	Blo	pl/p	Pl tot/ híbrido	VarMed BLUP	P ≤0,0031	A	Blo	pl/p	Pl tot/ híbrido	VarMed BLUP	P ≤0,0031
3	3	12	108	0,0025	1	2	3	12	72	0,0033	0,33
3	3	11	99	0,0025	1	2	3	11	66	0,0033	0,33
3	3	10	90	0,0025	1	2	3	10	60	0,0033	0,33
3	3	9	81	0,0026	1	2	3	9	54	0,0034	0,33
3	3	8	72	0,0026	1	2	3	8	48	0,0034	0,26
3	3	7	63	0,0026	1	2	3	7	42	0,0035	0,16
3	3	6	54	0,0028	1	2	3	6	36	0,0035	0,2
3	3	5	45	0,0028	1	2	3	5	30	0,0037	0,13
3	3	4	36	0,0030	0,78	2	3	4	24	0,0038	0,07
3	3	3	27	0,0032	0,35	2	3	3	18	0,004	0,04
3	3	2	18	0,0037	0,03	2	3	2	12	0,0047	0,02
3	3	1	9	0,0046	0	2	3	1	6	0,0053	0,06
3	2	12	72	0,0028	0,89	2	2	12	48	0,0036	0,19
3	2	11	66	0,0028	0,89	2	2	11	44	0,0036	0,15
3	2	10	60	0,0028	0,88	2	2	10	40	0,0036	0,13
3	2	9	54	0,0029	0,84	2	2	9	36	0,0037	0,12
3	2	8	48	0,0029	0,78	2	2	8	32	0,0037	0,11
3	2	7	42	0,0030	0,66	2	2	7	28	0,0038	0,09
3	2	6	36	0,0031	0,55	2	2	6	24	0,0039	0,08
3	2	5	30	0,0032	0,37	2	2	5	20	0,0041	0,06
3	2	4	24	0,0034	0,21	2	2	4	16	0,0043	0,04
3	2	3	18	0,0037	0,05	2	2	3	12	0,0046	0,04
3	2	2	12	0,0042	0,01	2	2	2	8	0,0051	0,05
3	2	1	6	0,0051	0,04	2	2	1	4	0,0057	0,14

*Referencias:* A = años; Blo = bloques; pl/p = plantas por parcela; Plantas/híbrido = n° de años x n° de bloques x n° de pl/p; Varianza de BLUP promedio (salvo para el arreglo 3x3x12, que es un sólo valor) de todos los subconjuntos de datos generados en cada combinación.

**Tabla 2.** Varianzas promedio de los BLUP de los híbridos evaluados por CLRt y la probabilidad de obtener varianzas menores a 0,0082, calculadas a partir de los submuestreos realizados con menor cantidad de recursos.

A	Blo	pl/p	Pl tot/ híbrido	Var Med BLUP	P ≤ 0,0082	A	Blo	pl/p	Pl tot/ híbrido	Var Med BLUP	P ≤0,0082
3	3	12	108	0.0066	1	2	3	12	72	0,0064	0,6667
3	3	11	99	0.0066	1	2	3	11	66	0,0064	0,6667
3	3	10	90	0.0067	1	2	3	10	60	0,0066	0,6667
3	3	9	81	0.0068	1	2	3	9	54	0,0067	0,6667
3	3	8	72	0.0069	1	2	3	8	48	0,0066	0,6500
3	3	7	63	0.0070	1	2	3	7	42	0,0071	0,5833
3	3	6	54	0.0072	0.975	2	3	6	36	0,0070	0,5000
3	3	5	45	0.0076	0.8750	2	3	5	30	0,0071	0,4750
3	3	4	36	0.0080	0.5500	2	3	4	24	0,0077	0,4083
3	3	3	27	0.0087	0.2500	2	3	3	18	0,0084	0,3500
3	3	2	18	0.0095	0.2000	2	3	2	12	0,0099	0,3167
3	3	1	9	0.0120	0.2500	2	3	1	6	0,0120	0,3083
3	2	12	72	0,0070	1	2	2	12	48	0,0070	0,6296
3	2	11	66	0,0071	0,9885	2	2	11	44	0,0070	0,5870
3	2	10	60	0,0071	0,9628	2	2	10	40	0,0070	0,5778
3	2	9	54	0,0072	0,9250	2	2	9	36	0,0073	0,5185
3	2	8	48	0,0074	0,8676	2	2	8	32	0,0074	0,4463
3	2	7	42	0,0075	0,7611	2	2	7	28	0,0076	0,4093
3	2	6	36	0,0077	0,6417	2	2	6	24	0,0078	0,4083
3	2	5	30	0,0081	0,4796	2	2	5	20	0,0082	0,3713
3	2	4	24	0,0085	0,3537	2	2	4	16	0,0090	0,3389
3	2	3	18	0,0092	0,2935	2	2	3	12	0,0095	0,3463
3	2	2	12	0,0102	0,2548	2	2	2	8	0,0108	0,3315
3	2	1	6	0,0117	0,3037	2	2	1	4	0,0128	0,3963

Referencias: A = años; Blo = bloques; pl/p = plantas por parcela; n° de años x n° de bloques x n° de pl/p; Varianza de BLUP promedio (salvo para el arreglo 3x3x12, que es un sólo valor) de todos los subconjuntos de datos generados en cada combinación.

Para PIR, una combinación de 3 años, 3 bloques y 5 plantas/parcela dio como resultado un valor de varianza media de BLUP menor a 0,0031 (Tabla 1) y este valor, logró detectar una diferencia de 10 días de incubación entre 2 híbridos. Respecto de CRL, una diferencia de 4,12 %/día entre 2 híbridos, pudo señalarse empleando 3 años, 3 bloques y 6 plantas/parcela que arrojó un valor de varianza media de BLUP menor a 0,0082 (Tabla 2). Ambas combinaciones a una probabilidad mayor a 0,95.

En relación al total de recursos, bajo nuestras condiciones, el empleo de una menor cantidad de ellos permitió detectar diferencias entre híbridos. Estos resultados sugieren el uso de 3 años, 3 bloques y 6 pl/p si para seleccionar por PIR y CLR.



## Bibliografía

- Godoy y col. (2005). *Sclerotinia* resistance in sunflower: I Genotypic variations of hybrids in three environments of Argentina. *Euphytica*. 145: 147-154

## Reducción del número de años de ensayos en la determinación de la estabilidad de la resistencia a la podredumbre blanca de los capítulos

Dinon, M.A.<sup>1\*</sup> – Castaño, F.<sup>1</sup> – San Martino, S.<sup>1</sup> – Lúquez, J.<sup>1</sup> – Quiróz, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina. <sup>2</sup>Estación Experimental Agropecuaria INTA, Balcarce, Argentina. \* [anabella005@yahoo.com.ar](mailto:anabella005@yahoo.com.ar)

El Sudeste de la provincia de Bs. As. es la principal región girasolera de Argentina. Sin embargo, sus condiciones ambientales favorecen la ocurrencia de la podredumbre blanca de los capítulos (PBC), causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, generando importantes perjuicios, tanto en el rendimiento como en la calidad del aceite obtenido. Es por ello que los agricultores deben utilizar híbridos moderadamente resistentes para disminuir mermas de producción y evitar el riesgo de epifitias.

Dado que la resistencia del girasol a la PBC presenta herencia de tipo cuantitativa, para seleccionar los híbridos por su nivel de resistencia se los debe evaluar en varios ambientes, lo cual conlleva la utilización de una cantidad elevada de recursos. Con el objetivo de hacer un uso eficiente de los mismos, se analizó si una reducción en la cantidad de años de ensayos permitía seleccionar los mismos materiales, de buen comportamiento frente a la PBC y estables, en la localidad de Balcarce.

Durante 6 años consecutivos, se inocularon los capítulos de 32 cultivares comerciales con una suspensión de ascosporas de *S. sclerotiorum*, siguiendo el protocolo francés (Vear y Tourvieille, 1984). En cada ensayo, se determinaron distintas variables, consideradas componentes de la resistencia parcial del girasol a la PBC, entre las cuales se destacaron el período de incubación relativo (PIR) y el crecimiento relativo de la lesión (CRL). Se emplearon metodologías paramétricas y no paramétricas, univariadas y multivariadas, para evaluar la estabilidad de los cultivares, debido a que el análisis combinado detectó interacción híbrido-año significativa para ambas variables. Con uno de dichos métodos, la sumatoria de rankings (Kang, 1988), se clasificaron los híbridos en tercios en el que el primero comprendió aquéllos de buen comportamiento y estables, a través de los 6 años, para cada variable. Dicho método también se aplicó a subconjuntos de datos generados a partir de la combinación de entre 2 y 5 años de evaluaciones sucesivas.

Respecto de la referencia (i.e. 6 años), la proporción de híbridos mal clasificados en el tercio superior se incrementó ante la disminución del número de años considerados. Dichos valores oscilaron entre 14% y 35% (PIR) y 9% y 35% (CRL) para 5 y 2 años, respectivamente (Tabla 1). Para ambas variables, la fuerza de concordancia, que evaluó el nivel de coincidencias con la referencia, pasó de ser buena (5 años) a débil (2 años) (Cohen, 1960). Empero, el análisis estadístico no detectó divergencias significativas para ninguno de los casos. Al considerar una fuerza de concordancia moderada, el empleo de 4 años permitió retener, en promedio, el 82% y el 88% de los híbridos selectos en el primer tercio de referencia, según su PIR y CRL,

respectivamente. Con 3 años se retuvo, en promedio, el 75% de los híbridos favorables para PIR y 80% para CRL.

La reducción a 3 años de ensayos (i.e. 50% menos que la referencia) implicó no seleccionar alguno de los híbridos favorables así como seleccionar otros de comportamiento y estabilidad desfavorables. Sin embargo, este inconveniente se diluye ante los beneficios que conllevaría utilizar el 50% menos de recursos (i.e. semillas, mano de obra e inóculo) y del tiempo asignado a tales evaluaciones en el campo. La asignación de dichos recursos para generar híbridos de mejor comportamiento frente a la PBC estaría mejorada.

95

Número de Años	Período de incubación relativo				Crecimiento relativo de la lesión			
	5	4	3	2	5	4	3	2
Promedio de híbridos mal clasificados en el primer tercio respecto a la referencia (%)	14	18	25	35	9	12	20	35
Fuerza de concordancia <sup>(*)</sup>	B	M	M	D	B	B	M	D

**Tabla 1.** Inconsistencias halladas en la clasificación de los híbridos según su PIR y CRL al disminuir el número de años de ensayos, respecto a la referencia (6 años).

<sup>(\*)</sup>Según el índice Kappa de Cohen (1960): B=buena, M=moderada, D=débil.

## Bibliografía

-Cohen. (1960) A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement 20:37-46.

-Kang. (1988) A Rank-sum method for selecting high-yield, stable corn genotypes. Cereal Research Communications 16:113-115.

-Vear y Tourvieille. (1984) Recurrent selection for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in sunflowers using artificial infections. Agronomie 4:789-794.

## Comportamiento de híbridos AO a las inoculaciones con *Phomopsis helianthi* en hojas y con *Sclerotinia sclerotiorum* en capítulos

Castaño, F.<sup>1,3,\*</sup>; Dinon, A.<sup>1,3</sup>; Delgado, S.<sup>1,3</sup>; Troglia, C.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias-UNMDP; <sup>2</sup>EEA Balcarce-INTA; <sup>3</sup>Unidad Integrada Balcarce-UIB, \*[castanio.fernando@inta.gob.ar](mailto:castanio.fernando@inta.gob.ar); \*[fcastano@mdp.edu.ar](mailto:fcastano@mdp.edu.ar)

96

El girasol pretende ser, nuevamente, importante en Argentina. En 2018-19 se produjeron  $3,9 \times 10^6$  toneladas de granos, fruto de la cosecha de  $1,83 \times 10^6$  has (BCBA, 2019). Esto representó el incremento de 600 mil ton y 131 mil has, respectivamente, respecto de 2016-17 (Castaño, 2017). Localmente, el Sudeste bonaerense (SE) mostró en 2018-19, la segunda mayor superficie cosechada (21,4% del total) y el primer puesto en el podio de todas las regiones girasoleras respecto de los granos cosechados (23,6% del total) (BCBA, 2019). Sin estadísticas oficiales, se asume que un 10% de aquella superficie cosechada corresponde a híbridos alto oleico-AO (Troglia, com. pers.). En el SE los estreses bióticos provocan variaciones del rendimiento a través de las localidades y/o años. Dicha situación ocurre por la aparición de enfermedades como, por ejemplo, la Podredumbre blanca de los capítulos-PBC (*Sclerotinia sclerotiorum*-*Ssc*). Desde hace un tiempo, el Cancro del Tallo (*Phomopsis helianthi*-*Ph*) fue señalada con mayor prevalencia en la gran región Sur. Dicha enfermedad resulta de la llegada del micelio del patógeno a través del pecíolo de una hoja infectada. A fin de disminuir las potenciales oscilaciones de producción, los agricultores del SE debieran emplear cultivares medianamente resistentes a ambas enfermedades. Al presente, la Red Nacional de Cultivares divulgó el comportamiento de algunos híbridos AO a la PBC (Asagir, 2017), pero no hay datos sobre su performance frente a *Ph*. Se pretende pues generar información sobre el comportamiento de esos y otros híbridos AO, respecto a inoculaciones con *Ph* y *Ssc*.

En la UIB y durante 2018 y 2019, se ubicaron en el campo 5 híbridos del tipo AO (Tabla 1) y Paraíso20, reconocido por su nivel elevado de resistencia a la PBC, siguiendo un DBCA con parcelas divididas y 3 repeticiones. En una de las 2 subparcelas, una hoja del tercio superior del tallo de 12 plantas, en estadio R3 (=E3), se inoculó con un disco de agar con micelio de *Ph*. Durante 2018 se empleó un aislamiento local, mientras que en 2019 uno proveniente de Oro Verde, ER. Todas las plantas inoculadas con *Ph* y otras 12 de las demás subparcelas, recibieron 2500 ascosporas de *Ssc* en sus capítulos, en estadio R5.2 (=F3.2), los que se cubrieron con bolsas Kraft durante 14 días. El largo de la lesión sobre la nervadura foliar principal se midió a los 21 ddi; sólo aquellas cuya longitud superó al diámetro del disco (>5mm) fueron analizadas. La incidencia-INC por *Ssc* se valoró a los 35 ddi.

Respecto a *Ph*, el ANOVA combinado no detectó interacción Híbrido-Año, ni diferencia de comportamiento entre Híbridos. Hubo efecto del Año ( $p < 0,05$ ); la longitud promedio de necrosis foliar en 2019 superó a la de 2018 (Tabla 1). Para la INC, el ANOVA combinado no detectó interacción Híbrido-Tratamiento (con y sin *Ph*); entonces se promediaron las 2 subparcelas y se contó con un solo dato de INC/híbrido/bloque/año. Se detectó diferencias entre Años ( $p < 0,01$ ); la INC en 2018 superó a la de 2019 (Tabla 1). Hubo efecto ( $p < 0,05$ ) de la interacción Híbrido-Año; la INC de los híbridos dependió del año del experimento. Consecuentemente, se compararon los híbridos por año. Hubo diferencias de INC en los híbridos

evaluados en 2019, pero no durante 2018. En 2019, el comportamiento de Paraíso20 y LesllyAO, difirió del de SRM7810CLAO (Tabla 1).

Bajo nuestras condiciones, ambos aislamientos de *Ph* mostraron una agresividad baja. Un trabajo adicional utilizando otros con mayor capacidad de provocar lesiones en hojas, ayudaría a verificar el comportamiento de los híbridos inoculados con *Ph*. En 2019, el nivel de resistencia de SRM7810CLAO a *Ssc* en capítulo fue significativamente inferior al de Paraíso20 y LesllyAO.

### Bibliografía

- Asagir (2017) Evaluación de cultivares. Campaña 2016-17. [<http://www.asagir.org.ar/acerca-de-evaluacion-de-cultivares-463>]
- BCBA-Bolsa de Cereales (2019) Panorama Agrícola Semanal. Girasol. Información al 24/4/19. [<http://www.bolsadecereales.com/pas>]
- Castaño F (2018) The sunflower crop in Argentina: past, present and potential future. OCL 25. [<https://doi.org/10.1051/ocl/2017043>.]

**Tabla 1.** Longitud promedio de necrosis foliar debida a inoculaciones con *P. helianthi* e incidencia de *S. sclerotiorum* en capítulos de 5 híbridos AO y de Paraíso 20, durante dos años de ensayos en Balcarce.

	Longitud de necrosis (mm)			Incidencia (%)	
	2018	2019	Promedio	2018	2019
Aromo 105 CL AO	20	27	24 a <sup>(*)</sup>	63 a <sup>(*)</sup>	38 ab <sup>(*)</sup>
Leslly AO	24	32	28 a	70 a	23 a
Nusol 4510 CL AO	25	23	24 a	78 a	35 ab
SRM 7810 CL AO	25	33	29 a	57 a	68 b
SYN 3975 CL HO	27	29	28 a	68 a	43 ab
Paraíso 20	23	29	26 a	46 a	28 a
Promedio	24	29	27	64	39

Nota: <sup>(\*)</sup>Medias acompañadas de igual letra indican comportamientos estadísticamente semejantes (p<0,05)

## Prevalencia del Cancro del tallo y Podredumbre del capítulo de girasol en la región girasolera sur de Buenos Aires. Identificación de agentes causales

98

**Mancebo M.F.**<sup>1</sup>; Quiroz F.<sup>2</sup>; Troglia C.<sup>2</sup>; Bazzalo M.E.<sup>1</sup> y Reid R. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Advanta Semillas SAIC, Ruta 226 km 60.5 (7620) Balcarce, Buenos Aires, Argentina, <sup>2</sup> EEA INTA Balcarce, Ruta 226 Km 73.5 (7620) Buenos Aires, Argentina. [florencia.mancebo@advantaseeds.com](mailto:florencia.mancebo@advantaseeds.com)

El cancro del tallo del girasol (CT) causado por *Diaporthe helianthi* fue reportado por primera vez en Europa occidental en 1981 y en Estados Unidos en 1983. Inicialmente se la considero una enfermedad de menor importancia, pero luego fue aumentando su prevalencia. En Uruguay su aparición se dio en 2002, adquiriendo gran importancia con incidencias de 80 al 100% y manifestándose junto con infecciones a nivel de Capítulo (PC) (Stewart *et al.*, 2004)

En Argentina el CT se desarrolló como epifitía en Paraná, Entre Ríos, en la campaña 1992/1993. En los años subsiguientes, se presentó de manera esporádica sin observarse altas incidencias ni pérdidas importantes en lotes comerciales. Desde la campaña 2013/14, estas enfermedades se han reportado en lotes del sur y noroeste de la provincia de Buenos Aires y La Pampa, principal región productora de girasol. Asimismo, se detectaron dos especies agentes causales, *D. helianthi* y *D. gulyae*, asociadas a ambas sintomatologías (Mancebo *et al.*, 2019).

El objetivo del presente trabajo fue estimar la prevalencia del CT y PC en la región girasolera Sur de la Provincia de Buenos Aires en las últimas tres campañas y, por otra parte, identificar la frecuencia de aparición de los agentes causales.

Se realizaron tres recorridos de campo (campañas 16/17, 17/18 y 18/19) cubriendo la mayor cantidad de lotes posibles, datos obtenidos de RETSAVE (Red territorial de Sanidad Vegetal, EEA Balcarce). Se hicieron estaciones de muestreo distanciadas como mínimo 25 km sobre las rutas nacionales y provinciales comprendidas entre las latitudes 36°- 39° Sur y longitudes 57°- 63° Oeste, representativo de la mencionada región.

En cada estación de muestreo se determinó incidencia y se contabilizó número de plantas enfermas evaluando una superficie de 10 m<sup>2</sup>. De esta evaluación se definieron niveles de incidencia de las enfermedades siendo: Bajo con niveles menores a 2%, Medio entre 2 y 30% y Alto > 30%. Se analizó la prevalencia (% de lotes con presencia de las enfermedades) por año y a asociación con los niveles de incidencia. Para este análisis se realizaron tablas de contingencia y la prueba de Chi- cuadrado. Asimismo, se tomaron muestras de tallos y capítulos de los lotes relevados con presencia de la enfermedad (RETSAVE) y en ensayos de rendimiento de híbridos comerciales (ADVANTA), las cuales fueron analizadas en laboratorio. Se obtuvieron aislamientos que posteriormente se identificaron por morfología y análisis molecular (Thomson *et al.*, 2011).

La prevalencia de ambas enfermedades se incrementó en función de la progresión de las campañas alcanzando en 2018/19 un valor de 58% (CT) y 37% (PC). Si bien no se observaron niveles de incidencia “altos”, los niveles “bajo” y “medio” mostraron el mismo comportamiento en prevalencia (tabla 1).

**Tabla 1:** Prevalencia y niveles de incidencia (%) para CT y PC en lotes relevados en la RETSAVE, durante las campañas analizadas.

Enfermedad	Año	Nivel de Incidencia	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa	Prevalencia (% lotes con presencia de la enfermedad)
Cancro del tallo	2017	ausente	22	85	15%
		bajo	4	15	
		medio	0	0	
		alto	0	0	
	2018	ausente	53	69	32%
		bajo	22	29	
		medio	2	3	
		alto	0	0	
	2019	ausente	15	42	58%
		bajo	17	47	
		medio	4	11	
		alto	0	0	
Podredumbre del capítulo	2017	ausente	25	100	0%
		bajo	0	0	
		medio	0	0	
		alto	0	0	
	2018	ausente	67	88	12%
		bajo	9	12	
		medio	0	0	
		alto	0	0	
	2019	ausente	24	63	37%
		bajo	13	34	
		medio	1	3	
		alto	0	0	

En total, durante las tres campañas, se obtuvieron 315 aislamientos del complejo *Diaporthe*: 30 % aislado de capítulos y 70 % de tallos. En todos los casos, para ambas enfermedades, el agente causal que predominó fue *D. helianthi* (más del 90%). Sin embargo, *D. gulyae* (patógeno citado en girasol) y otra especie aun no identificada, fueron detectadas en baja proporción (tabla 2).

**Tabla 2.** Patógenos identificados (%) a partir de aislamientos de cancro del tallo y pudrición del capítulo durante los últimos tres años.

Año	2017			2018			2019		
	<i>D.helianthi</i>	<i>D.gulyae</i>	<i>P.sp</i>	<i>D.helianthi</i>	<i>D.gulyae</i>	<i>P.sp</i>	<i>D.helianthi</i>	<i>D.gulyae</i>	<i>P.sp</i>
PC	100	0	0	92	8	0	100	0	0
CT	78	0	22	98	2	0	99	1	0



Estos resultados ponen de manifiesto el avance de estas enfermedades y sus principales agentes causales, y alertan sobre la necesidad de estudiar la implementación de diversas estrategias de manejo sanitario.

100

#### Bibliografía

- Mancebo, M.F.; Bazzalo, M.E.; Reid, R.J. (2019). First report of *Diaporthe gulyae* causing Phomopsis stem canker of sunflower (*Helianthus annuus* L) in Argentina. Disease Notes. Plant Disease. [En línea]. < <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1907-PDN>>.
- Steewart, S, Arrivillaga, S y Castaño, J.P. (2004). Mapas de riesgo del cancro del tallo en girasol. < [http://www.inia.org.uy/gras/sig/phomo/evol\\_phomo.html](http://www.inia.org.uy/gras/sig/phomo/evol_phomo.html)>
- Thompson et al., (2011). Stem cankers on Sunflower (*Heliantus annus*) in Australia reveal a complex of pathogenic *Diaporthe* (*Phomopsis*) species. *Persoonia* 27, pages 80-89.

## Control químico de Cancro del girasol por *Diaporthe helianthi*

Corró Molas A.<sup>1,2\*</sup>, Testa M.<sup>3</sup> Ghironi E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agencia de Extensión Rural INTA General Pico, La Pampa. <sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Argentina. [Corromolas.andres@inta.gob.ar](mailto:Corromolas.andres@inta.gob.ar). <sup>3</sup> Testa, M. Colegio de Ingenieros Agrónomos de La Pampa.

101

El cancro del girasol, causado por *Diaporthe helianthi* está presente en las principales regiones productoras de girasol del mundo. Puede provocar pérdidas del 50 % del rendimiento y 25 % del contenido de aceite (Acimovic 1986, Mathew et al. 2015, Corró Molas et al. 2017). El manejo de la enfermedad se basa en el uso de híbridos tolerantes y fungicidas foliares. Gilley et al. 2015 observó que aplicaciones con estrobilurinas en el estado fenológico de R1 fueron efectivas para el control de la enfermedad. El objetivo fue evaluar el uso de fungicidas sobre la incidencia y severidad de cancro por *Diaporthe helianthi*, y sobre el rendimiento y contenido de aceite. El 11/10/2017 se sembró en General Pico, La Pampa, el híbrido Paraíso 1600 CL Plus. Posteriormente se distribuyeron tallos de girasol infectados por *Phomopsis helianthi* en la campaña anterior. Los tratamientos fueron aplicados a parcelas de 6 surcos de 10 x 0.52 m con un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones (Tabla 1).

Se evaluó incidencia y severidad de cancos en tallos, hojas y capítulos en el estado R8 sobre 20 plantas por parcela. Se determinó rendimiento de aquenios, peso de mil aquenios y contenido de aceite. Se realizó ANOVA y test de diferencias de medias mediante LSD-Fisher (5%) utilizando el programa InfoStat (2009).

Las precipitaciones media mensual de los meses de diciembre, enero y febrero fueron menores que las medias históricas.

No se observaron diferencias entre tratamientos en el rendimiento y peso de aquenios, y en el contenido de aceite ( $p=0,9483$ ,  $p=0,3929$  y  $p=0,5805$  respectivamente). Tampoco diferencias significativas en los niveles de incidencia y severidad en tallos ( $p=4069$  y  $p=507$  respectivamente). Esto podría deberse a los bajos niveles de enfermedad presentes.

Se encontraron diferencias en la severidad sobre hojas, y en la incidencia y severidad de cancos en capítulos ( $p<0,0001$ ;  $p<0,0063$  y  $p<0,0001$  respectivamente).

Las diferencias entre síntomas en tallo, hojas y capítulos podrían estar asociadas con un momento de infección tardío.

La incidencia y severidad de cancos en capítulo, y de severidad de síntomas en hojas disminuyó significativamente sólo con cuatro aplicaciones de fungicida formulado a base de triazol y estrobilurina.

## Bibliografía

- Acimovic, M. ( 1986 ). The effect of *Phomopsis* sp. infection on grain yield and oil content of sunflower plants. *Helia* 9: 73–76.
- Corró Molas A. y col. ( 2017 ). Pérdidas de rendimiento y contenido de aceite por cancro del tallo del girasol en la región semiárida pampeana central. 4° Congreso Argentino de Fitopatología. Mendoza. Pp: 129.
- Gilley, M. et col. ( 2015). Evaluation of fungicides for management of *Phomopsis* stem canker. 37th Annu. Sunflower Res. Forum. Fargo, ND.
- Mathew, F. et col. ( 2015). Assessing the impact of *phomopsis* stem canker on sunflower yield. 37th Annu. Sunflower Res. Forum. Fargo, ND.

**Tabla 1:** Detalle de tratamientos y de incidencia y severidad de cancro en órganos que presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a LSD Fisher ( $p < 0,05$ ). V12, R1, R2 y R5: estados fenológicos de acuerdo a Schneiter y Miller, 1981, T: Triazol, TE: Triazol y Estrobilurina, TEC: Triazol, Estrobilurina y Carboxamida.

Momento y cantidad de aplicaciones	Tratamiento	Principios activos y concentración	Producto formulado y dosis ( $\text{cm}^3/\text{ha}$ )	INC Hojas (%)	INC Capítulo (%)	SEV Capítulo (%)
V12 (simple)	T	(Metconazole 2,75 % + Epoxiconazole 3,75 %)	Duett Plus 1000	2,79 a	100 a	2,54 a
	T E	(Krexosim metil 12,5 % + Epoxiconazole 12,5 %)	Allegro 750	2,53 ab	90 bc	2,43 a
	T E	(Pyraclostrobin 13,3 % + Epoxiconazole 5 %)	Opera 1000	2,62 ab	98 ab	2,51 a
	T E C	(Epoxiconazole 5 % + Pyraclostrobin 8,1 % + Fluxapyroxad 5 %)	Orquesta 1200	2,68 ab	99 ab	2,60 a
R1 (simple)	T E	(Pyraclostrobin 13,3 % + Epoxiconazole 5 %)	Opera 1000	2,36 b	93 ab	2,28 a
R2 (Simple)	T E	(Pyraclostrobin 13,3 % + Epoxiconazole 5 %)	Opera 1000	2,48 ab	99 ab	2,34 a
V12 y R1 (Doble)	T E	(Pyraclostrobin 13,3 % + Epoxiconazole 5 %)	Opera 1000	2,43 b	98 ab	2,31 a
V12 + R1 + R2 + R5 (Cuádruple)	T E	(Pyraclostrobin 13,3 % + Epoxiconazole 5 %)	Opera 1000	1,76 c	81 c	1,35 b
Ninguna	Enfermo	---	---	2,70 ab	98 ab	2,58 a

## Caracterización genética y detección molecular de *Plasmopara halstedii* en Argentina

A.L Martínez<sup>1</sup>, F. Quiroz<sup>2</sup>, A. Garayalde<sup>3</sup>, I. Erreguerena<sup>2</sup>, F. Anderson<sup>1</sup>, M. Petruccelli<sup>5</sup>, A. Carrera<sup>1,4</sup>

(1) Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS) CONICET, Bahía Blanca, (2) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Balcarce, (3) Dto. de Matemática, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, (4) Dto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, (5) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Mar del Plata. [almartinez@cerzos-conicet.gob.ar](mailto:almartinez@cerzos-conicet.gob.ar)

Países como Francia con varios años de ataques severos de mildiu en el cultivo de girasol han llevado adelante programas integrales de caracterización del perfil patogénico de las razas presentes, su constitución genética y su distribución geográfica (Delmotte, Chen et al. 2006, Delmotte, de Labrouhe et al. 2012). Esto le ha permitido detectar en forma bastante rápida la aparición de nuevas variantes surgidas por evolución local del patógeno o por ingreso accidental de material contaminado (Ioos, Laugustin et al. 2007). Argentina no cuenta con información molecular de las variantes causantes de la enfermedad. Se plantean como objetivos: i) analizar la variabilidad genética entre aislamientos de *P. halstedii*, ii) evaluar la capacidad de las técnicas moleculares como herramientas de detección del patógeno en diferentes tejidos de girasol, iii) determinar las razas de los aislamientos colectados a campo.

En lotes de producción afectados por mildiu, se colectó material vegetal de girasol que consistió en tejido foliar con y sin síntomas de mildiu y capítulos de plantas con severos síntomas de enanismo. Para garantizar la conservación de las muestras de tejido foliar desde el lugar de colecta hasta el laboratorio, se optimizaron métodos de deshidratación. Además, en lotes severamente afectados se colectaron 16 aislamientos vivos del patógeno mediante inoculación *in situ* para posterior determinación de raza. Una vez en el laboratorio molecular, se llevó a cabo extracción de ADN, reacciones de amplificación (PCR), electroforesis y secuenciado tanto de las muestras foliares como de semilla. Se emplearon marcadores moleculares de ADN específicos de *P. halstedii* basados en secuencias expresadas (ESTs) (Giresse, Tourvieille De Labrouhe et al. 2007) y en genes efectores (Gascuel, Bordat et al. 2016). Para el ensayo de detección del patógeno, se incluyeron plántulas inoculadas artificialmente que no presentaron esporulación, de las cuales se tomaron muestras para cortes histológicos. Mediante la inoculación de líneas diferenciales se determinaron las razas de los aislamientos. A partir de las secuencias de nucleótidos se identificaron los haplotipos para evaluar la variabilidad genética de los aislamientos provenientes de cada región productora de girasol. Los haplotipos revelaron diferencias genéticas entre todos los aislamientos analizados indicando una variabilidad molecular elevada, que se correlaciona proporcionalmente con el número de muestras de cada región. Los marcadores específicos del patógeno fueron amplificados de muestras de hojas asintomáticas, y asimismo se confirmó histológicamente la presencia del patógeno en las plántulas sin esporulación. De esta manera se corroboró por microscopía la precisión del sistema de detección molecular. La técnica también permitió distinguir semillas portadoras y no portadoras del patógeno. Las razas de los aislamientos de *P. halstedii* correspondieron a los

grupos 300 y 700, y se ubicaron en un mapa que un próximo paso se correlacionará con la información molecular. Estos resultados representan un aporte para el seguimiento de la evolución del patógeno, necesario para el diseño de estrategias de manejo y para reducir la dispersión de la enfermedad vía semilla. Este trabajo forma parte de las actividades de una red de mildiu conformada por universidades, INTA, y distintos profesionales del ámbito privado.

### Bibliografía

- Delmotte, F., W. J. Chen, S. Richard-Cervera, C. Greif, D. Papura, X. Giresse, G. Mondor-Genson and M. F. Corio-Costet (2006). "Microsatellite DNA markers for *Plasmopara viticola*, the causal agent of downy mildew of grapes." *Molecular Ecology Notes* **6**(2): 379-381.
- Delmotte, F., D. T. de Labrouhe and S. Ahmed (2012). "Emerging races arising from recombination facilitated by multiple introductions of the sunflower downy mildew *Plasmopara halstedii* in France."
- Gascuel, Q., A. Bordat, E. Sallet, N. Pouilly, S. Carrere, F. Roux, P. Vincourt and L. Godiard (2016). "Effector Polymorphisms of the Sunflower Downy Mildew Pathogen *Plasmopara halstedii* and Their Use to Identify Pathotypes from Field Isolates." *PLoS One* **11**(2): e0148513.
- Giresse, X., D. Tourvieille De Labrouhe, S. Richard-Cervera and F. Delmotte (2007). "Twelve polymorphic expressed sequence tags-derived markers for *Plasmopara halstedii*, the causal agent of sunflower downy mildew." *Molecular Ecology Notes* **7**(6): 1363-1365.
- Ioos, R., L. Laugustin, S. Rose, J. Tourvieille and D. Tourvieille de Labrouhe (2007). "Development of a PCR test to detect the downy mildew causal agent *Plasmopara halstedii* in sunflower seeds." *Plant Pathology* **56**(2): 209-218.

## ***Plasmopara halstedii* en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe: Determinación racial e identificación de fuentes de resistencia**

Rojas, J.<sup>1</sup>, Bertero, A.<sup>2</sup>, Ivancovich, A.<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. Junín, Argentina. 2. Asesora privada [jerojassanchez@outlook.com](mailto:jerojassanchez@outlook.com)

105

Una de las principales enfermedades que afectan al cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) es el mildiu ocasionado por *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & de Toni (*Oomycete*). En ambientes favorables para el desarrollo de la enfermedad, temperaturas frescas y condiciones de agua libre; y en coincidencia, con la presencia de cultivares susceptibles, se pueden alcanzar niveles muy altos de incidencia, registrándose lotes con valores de hasta un 98% de plantas enfermas. Entre los síntomas característicos del mildiu se destacan una marcada reducción en el tamaño de la planta y clorosis alrededor de las nervaduras principales en el haz foliar, acompañada en el envés foliar, por una eflorescencia blanquecina constituida por las fructificaciones asexuales del patógeno. La infección primaria frecuentemente ocasiona la muerte de la plántula. Sin embargo, si logra alcanzar la madurez, la producción de semilla es nula. La infección secundaria determina la reducción del tamaño de la planta, con producción o no de semilla, aunque en caso de producir semilla, las mismas son portadoras del micelio del patógeno. El agente causal tiene la capacidad de presentar razas fisiológicas. Una de las estrategias de manejo más efectiva para su control, es el uso de materiales resistentes portadores de genes denominados *Pl*, que proveen resistencia frente a esta enfermedad. Los genes *Pl<sub>6</sub>* y *Pl<sub>15</sub>*, proveían resistencia a las razas 730, 770 y 710, las únicas presentes en Argentina hasta el año 2013. Durante dicho año, se detectaron lotes de cultivares portadores del gen *Pl<sub>15</sub>* afectados por mildiu, evidenciando la aparición de nuevas razas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la posible virulencia de *P.halstedii*, agente causal del mildiu en girasol en Argentina, mediante el uso de líneas diferenciales estandarizadas para la detección de posible variabilidad genética y verificar la efectividad de genes de resistencia actualmente disponibles frente a nuevas razas del patógeno. Se realizó la recolección de muestras de plantas con síntomas en lotes ubicados en Balcarce, provincia de Buenos Aires; Margarita y San Justo, provincia de Santa Fe, durante el año 2014/2015. Dichas muestras fueron inoculadas en un set variedades diferenciales (VD) mediante el protocolo propuesto por Viranyi, 1999 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Líneas diferenciales utilizadas para la identificación de la virulencia de distintos aislamientos de *Plasmopara halstedii*. Comparación entre reacciones de las líneas diferenciales y aislamientos de las diferentes localidades, para detectar virulencia patogénica de *Plasmopara halstedii*.

				Balcarce (Bs. As.)	Margarita (Santa Fe)	San Justo (Santa Fe)
Diferencial	Línea	Gen	Origen	710601	713600	770630
HD1	HA89	No	USDA	S	S	S
HD2	RHA265	PI1	USDA	S	S	S
HD3	RHA274	PI2/PI21	USDA	S	S	S
HD4	PMI-3	PIPM13	INRA	S	S	S
HD5	PM-17	PI5	USDA	R	R	S
HD6	803-1	PI803	IFVC	R	R	S
HD7	HAR-4	PI16	USDA	R	S	R
HD8	HAR-5	PI13	USDA	R	S	R
HD9	HA-335	PI6	USDA	R	R	R
HD10	Y7Q	PI6-	INRA	R	R	R
HD11	PSC8	PI2	INRA	S	S	S
HD12	XA	PI4	INRA	S	S	S
HD13	PSS2 RM	PI6+PI21	INRA	R	R	R
HD14	VAQ	PI5	INRA	R	R	S
HD15	RHA419	PIArg	USDA	R	R	R
D16	RNID	PI15	NIDERA S.A.	S	R	R
D17	RHA340	PI8	USDA	R	R	R
D18	HA458	PI17	USDA	R	R	R

USDA: United States Department of Agriculture, U.S.A ; INRA: Institut National de la Recherche Agronomique, Francia ; IFVC: Institute of Field and Vegetable Crops of Novi Sad, Serbia.

Se logró identificar una nueva raza de *P.halstedii*, la 710601, del aislamiento proveniente de Balcarce, Argentina mediante su inoculación en las VD de la Tabla 1. Del mismo modo, se evaluó la resistencia provista por diferentes genes frente a todas las razas presentes en Argentina, incluida la raza identificada en este trabajo, verificándose la eficiencia de  $PI_6$ ,  $PI_8$ ,  $PI_{17}$  y  $PI_{ARG}$ . Las V.D. HD-1 y HD-9 han sido testeadas en numerosos laboratorios nacionales y extranjeros, reaccionando consistente y uniformemente con todas las razas determinadas en el mundo, hasta la fecha. Se trata de líneas públicas endocriadas que pueden ser utilizadas por instituciones gubernamentales o compañías privadas.

Las nuevas líneas implementadas, entre HD-10 y D-18, son líneas propuestas para este trabajo durante la 19° Conferencia Internacional de Girasol realizada en Edirne, Turquía, en Junio



de 2016 (Bertero de Romano, comunicación personal), y actualmente son líneas públicas, que pueden ser usadas internacionalmente con este fin.

Las semillas de las líneas diferenciales utilizadas fueron enviadas a Nidera S.A. desde USDA (United States Department of Agriculture), Estados Unidos e INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Francia.

107

Como conclusión:

- Se ha identificado una nueva raza, la 710601, del patógeno en Argentina que es la responsable de la pérdida de resistencia otorgada por el gen PI15.
- La resistencia provista por el gen PI15 a la nueva raza presente en Argentina, actualmente es incompleta.
- Se ha verificado la eficiencia de los genes PI6, PI8, PI17 y PIARG frente a las razas presentes en Argentina, incluida la raza identificada en este trabajo: 710601.

#### Bibliografía

- Bertero de Romano, A y col. (2010). A new gene for resistance to downy mildew in sunflower. . *International Symposium "Sunflower breeding on resistance to diseases"*. Krasnodar, Rusia, Junio 2010
- Bertero de Romano, A. (2015). Variación en la población racial de *Plasmopara halstedii*. *Taller sobre Downy Mildew (Plasmopara halstedii) en girasol*. Buenos Aires, Argentina, Abril 2015.
- Tourvieille, D. y col. (2012). Proposal for improvement of sunflower downy mildew nomenclature. *International Sunflower Association*. Mar del Plata, Argentina, Febrero 2012.
- Viranyi, F. (1999). Protocol to identify pathotypes (races) of *Plasmopara halstedii*, to be used by contributors to the FAO Sunflower Network. WG Sunflower Diseases- FAO Working Group: Sunflower Diseases- Subgroup *Plasmopara halstedii*. Bucarest, Rumania.

## Sensibilidad de aislamientos de *Plasmopara halstedii* a metalaxil-m de diferentes regiones de Argentina

Bannister, J; Di Giano, F.; Petruccelli, M.; Faberi, A.; Erreguerena, I. y Quiroz, F.  
Unidad Integrada Balcarce, EEA, Balcarce, INTA – Facultad Ciencias Agrarias,  
UNMDP. [quiroz.facundo@inta.gob.ar](mailto:quiroz.facundo@inta.gob.ar)

108

El manejo del enanismo de girasol causado por el oomycete *Plasmopara halstedii* se basa en el uso de variedades resistentes y/o la utilización de curasemillas, siendo el metalaxil-m el ingrediente activo más utilizado. Sin embargo, se han identificado pérdida de sensibilidad de aislamientos argentinos de *P. halstedii* a este activo. El objetivo del estudio fue evaluar el nivel de sensibilidad de aislamientos de *P. halstedii* provenientes de Buenos Aires (Balcarce, Trenque Lauquen), Santa Fe (Reconquista) y Chaco (Sáenz Peña). Se utilizó semillas del híbrido susceptible DK 4065 tratada con metalaxil-m con 0; 0,105; 1050 y 10500 µg de i.a./ kg semilla. Se utilizó la metodología propuesta por Virányi et al (1995) para la inoculación de las semillas pre-germinadas y posterior cultivo de plántulas. Se determinó la incidencia de plantas con mildiu. Luego, se incubaron raíces de plantas asintomáticas en cámara húmeda por 24 horas (16-18 °C) para determinar bajo lupa (15-20 X) la presencia de esporangios y calcular la incidencia de infección latente y plantas totales infectadas (PT infectadas). El aislamiento de Saenz Peña resultó poco patogénico, observándose una incidencia de PT infectadas del 9 % para el testigo sin metalaxil-m, mientras que los restantes aislamientos presentaron valores superiores al 50 %. Sobre estos aislamientos no se encontraron diferencias en la incidencia de PT infectadas con el testigo para las concentraciones menores a 10500 µg de metalaxil-m/ kg semilla ( $p < 0,05$ ). Sólo esta última concentración (10 X de la comercial) presentó control. Los tres aislamientos, representantes de las principales regiones de producción, fueron insensibles al metalaxil-m, indicando que existe alto grado de tolerancia a éste ingrediente activo.

## Sensibilidad de aislamientos de *Plasmopara halstedii* a fungicida inhibidor de proteínas de unión a oxisterol en semillas de girasol

Di Giano, F.; Bannister, J.; Petruccelli, M.; Faberi, A.; Erreguerena, I. y Quiroz, F.  
Unidad Integrada Balcarce, EEA, Balcarce, INTA – Facultad Ciencias Agrarias,  
UNMDP. [quiroz.facundo@inta.gob.ar](mailto:quiroz.facundo@inta.gob.ar)

109

El manejo del enanismo de girasol por el oomycete *Plasmopara halstedii* se basa en el uso de variedades resistentes y/o la utilización de curasemillas, siendo el metalaxil-m el ingrediente activo más utilizado. Como alternativa a este activo se han probado moléculas experimentales cuyo modo de acción es la inhibición de proteínas de unión a oxisterol (IPUO) de los oomycetes. El objetivo del presente estudio fue determinar la sensibilidad actual de aislamientos argentinos de *P. halstedii* a un fungicida IPUO aplicado como curasemilla. El estudio se llevó a cabo utilizando aislamientos de las provincias de Buenos Aires (5), Santa Fe (11) y Chaco (2) obtenidos durante las campañas 2016-2018. Se utilizó el híbrido susceptible DK 4065 cuya semilla se trató con IPUO para lograr las siguientes concentraciones: 0; 0,025; 0,25; 2,5; 25 y 250 µg de ingrediente activo (i.a.) / kg semilla. Se implementó un diseño factorial (aislamientos x concentración IPUO) con dos bloques. Se utilizó la metodología propuesta por Virányi et al (1995) para la inoculación de las semillas pre-germinadas y posterior cultivo de plántulas. Se determinó la incidencia de plantas con mildiu. Luego, se incubaron raíces de plantas asintomáticas (tratamientos 0 y 0,025 µg de ia/ kg semilla) en cámara húmeda por 24 horas (16-18 °C) para determinar bajo lupa (15-20 X) la presencia de esporangios y calcular la incidencia de infección latente y plantas totales infectadas (PT infectadas). Tres aislamientos presentaron baja patogenicidad, observándose una incidencia de PT infectadas menor al 30 % para el testigo sin fungicida IPUO, mientras que los restantes aislamientos presentaron valores superiores al 50 %. Sobre estos últimos se encontró un elevado nivel de sensibilidad al fungicida IPUO para todas las dosis evaluadas en relación con el tratamiento testigo sin i.a. ( $p < 0,05$ ) cuando se analizó la incidencia de mildiu (< 20%). Sin embargo, cuando se consideró la incidencia de PT infectadas se observaron cinco aislamientos con valores mayores al 50 % para la dosis de 0,0250 µg de ia/ kg semilla, lo cual se debió a presencia de plantas con infección latente de *P. hastedii*. Los aislamientos analizados provenientes de las principales regiones de producción fueron sumamente sensibles al fungicida IPUO para el control del mildiu en girasol. Sin embargo, resulta importante considerar el aporte de las infecciones latente en los estudios de seguimiento y determinación de variantes *P. hastedii* resistentes a fungicidas.

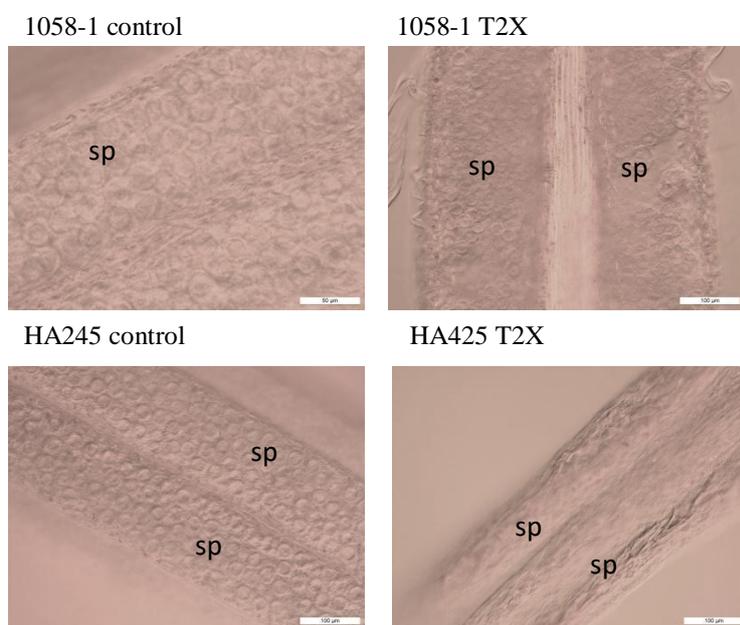
## Androesterilidad inducida por la aplicación de imidazolinonas en estadios reproductivos tempranos en girasol resistente

Loste, N.<sup>1</sup>; Menéndez, A.<sup>1</sup>; Zuzul, G.<sup>1</sup>; Bianchi, M.<sup>2</sup>; Picardi, L.<sup>2</sup>; Nestares, G.<sup>3</sup>; Ochogavía, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Zavalla, Santa Fe. <sup>2</sup> CIUNR, Consejo de Investigaciones Universidad Nacional de Rosario. <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario IICAR, UNR, CONICET, Zavalla, Santa Fe, Argentina. [anaochogavia@conicet.gov.ar](mailto:anaochogavia@conicet.gov.ar)

Los programas de mejoramiento destinan esfuerzo y recursos a la evaluación de aptitud combinatoria (AC) de líneas progenitoras de híbridos. En el caso de las líneas mantenedoras o líneas B se requiere la esterilización de las mismas por incorporación del citoplasma CMS-PET1 para obtener el par A/B y luego llevar a cabo la evaluación de AC. Si bien se han desarrollado procedimientos alternativos como el método de castración química con ácido giberélico, el mismo no resulta 100% efectivo. Recientemente se ha propuesto un método para inducir androesterilidad a través del tratamiento con imidazolinonas, herbicidas pertenecientes al grupo de inhibidores de la enzima acetohidroxiácidosintasa (AHAS), en estadios reproductivos tempranos (R1) en genotipos resistentes (Sala et al. 2012). No obstante, este método no se encuentra optimizado aún para su utilización y los mecanismos subyacentes implicados en androesterilidad inducida no han sido estudiados. Nuestro grupo de investigación ha desarrollado numerosos ensayos a campo y estudios de la viabilidad y la citología del desarrollo del polen con la finalidad de identificar las bases fisiológicas y anatómicas de la androesterilidad inducida por imidazolinonas en genotipos *Imisun* (Ochogavía et al. 2018). Hemos reportado que la aplicación de la dosis recomendada a campo de imazapir (1X: 80 g i.a. ha<sup>-1</sup>) en estadios reproductivos tempranos genera androesterilidad parcial y una importante disminución del número de semillas por capítulo. A su vez, en base a los análisis de la fisiología del polen y a estudios del desarrollo de las anteras, utilizando técnicas de microscopía, hemos logrado postular una vía fisiológica asociada a la androesterilidad inducida en la especie girasol (Ochogavía et al. 2018). El objetivo del presente estudio fue describir las alteraciones anátomo-fisiológicas del tejido reproductivo masculino inducidas por el tratamiento con dosis doble de imazapir (2X: 160 g i.a. ha<sup>-1</sup> en dos genotipos *Imisun*: resistente (HA425; *Imr1Imr1Imr2Imr2*) y de resistencia intermedia (1058-1; *Imr1Imr1Imr2Imr2*). Se colectaron y fijaron anteras inmaduras 10, 13 y 16 días posteriores al tratamiento (dpt) para ser observadas por Microscopía Confocal Laser (CLM) y Microscopía de Contraste Interdiferencial (DIC). En ambos genotipos las plantas tratadas no generaron granos de polen ni semillas viables. Además, por medio de microscopía DIC se detectaron porcentajes de regiones dañadas superiores al 60%, en los sacos polínicos en los dos genotipos (Fig.1). El análisis por CLM reveló que el tratamiento indujo daño celular en el tejido esporógeno y estos daños fueron generados en los estadios tempranos del desarrollo del microesporangio (11dpt). Nuestros resultados sugieren que el tratamiento tardío con imazapir generó androesterilidad completa en las anteras de los girasoles *Imisun*, tanto para el genotipo R como para el I. Como perspectivas futuras de esta línea de trabajo, se apunta por un lado a la identificación de los genes asociados al mecanismo molecular de androesterilidad inducida por medio de técnicas de análisis de la expresión diferencial del transcriptoma; y por otro a la validación de este nuevo método por

medio de su evaluación en diferentes líneas que porten alelos de resistencia a imidazolinonas sobre diversos fondos genéticos. Este nuevo método químico para inducir la esterilidad masculina en el cultivo de girasol presenta potencial para ser implementado en los programas de mejoramiento del cultivo.



**Figura 1.** Micrografías de anteras (16 dpt) de los genotipos 1058-1 y HA425 obtenidas por microscopía DIC. Se observa el daño y/o ausencia de granos de polen en los sacos polínicos (sp) de las plantas tratadas (T2X).

## Bibliografía

- Sala CA y Bulos M. Use of imidazolinone tolerance to produce male-sterile testers in sunflower breeding programs. in: Proceedings of 18th International Sunflower Conference, Mar del Plata & Balcarce, Argentina, Noviembre 2012
- Ochogavía AC, Novello MA, Bianchi MB, Picardi L y Nestares G (2018) Partial male sterility in imisun sunflower: imazapyr treatment in advanced vegetative stages decreases pollen yield and alters ahas gene expression. Crop Sci. 58:1877–1889

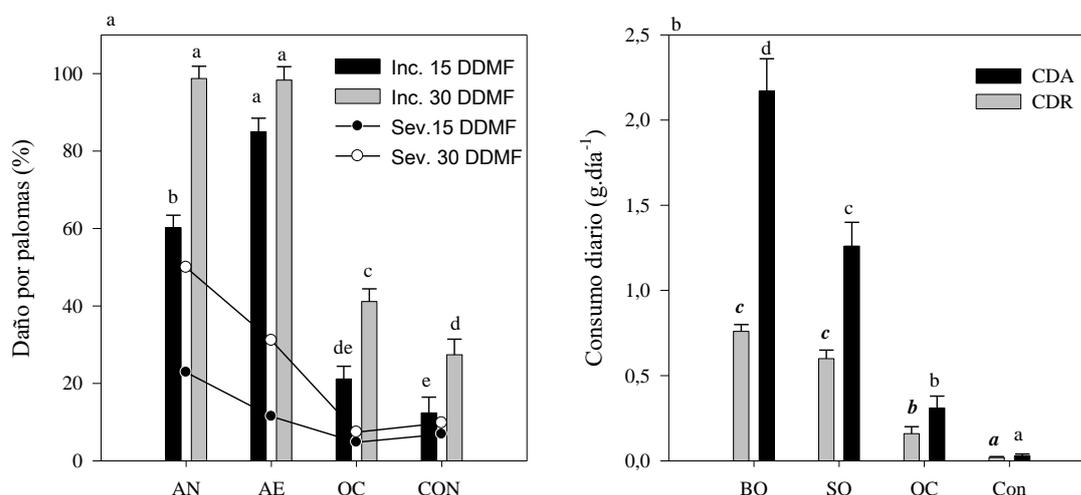
## Tamaño de grano como estrategia para prevenir el daño por palomas en girasol

Zuil, S.<sup>1</sup>; Canavelli, S.<sup>2</sup>, Addy Orduna, L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Reconquista, Santa Fe, Argentina, <sup>2</sup>INTA EEA Paraná, Entre Ríos, Argentina. [zuil.sebastian@inta.gob.ar](mailto:zuil.sebastian@inta.gob.ar)

112

El daño por aves en girasol (*Helianthus annuus* L.) es un desafío conocido por productores y asesores en todo el mundo y en especial en Argentina, donde el daño por palomas medianas (*Zenaida auriculata*) puede afectar a la emergencia y/o madurez del cultivo (Linz *et al.* 2015). Varias estrategias de mitigación del daño en madurez (más importante para girasol) se han reportado para prevenir o reducir los daños por palomas medianas en girasol a cosecha, como la elección del genotipo según la posición del capítulo, tipo de grano, cosecha anticipada, etc. (Zuil *et al.*, 2016; Canavelli *et al.*, 2011). Desafortunadamente, muy pocas cuentan con evaluaciones técnicas de eficacia. El objetivo de este trabajo fue evaluar si el tamaño de granos constituye en una herramienta de manejo eficaz para reducir el daño por palomas en girasol. Para ello, se realizó una evaluación a campo (INTA, EEA Reconquista) y otra en condiciones de clausura (aviario en INTA, EEA Paraná). Los genotipos utilizados fueron i) AN (aceitero negro), ii) AE (aceitero estriado), iii) Oilcon (cruzamiento entre aceitero y confitero) y iv) Con (confitero). A campo, se evaluó el porcentaje de plantas de girasol con daño y de daño por planta en 4 repeticiones; 15 y 30 días posteriores a la madurez de cosecha. En condiciones de clausura, se evaluó la preferencia de 24 palomas por cada híbrido de girasol, mediante un ensayo de dos opciones. Luego de un periodo de acostumbramiento al encierro individual y al consumo de girasol, se evaluó la preferencia durante cinco horas al día en cinco días consecutivos. Las palomas prefirieron el genotipo negro aceitero en comparación con los otros genotipos, tanto en condiciones de campo como de cautiverio (Figura 1). Del ensayo de preferencia se concluyó que la selección de alimento no estuvo directamente relacionada con su porcentaje de aceite debido a que los genotipos estriados y “oilcon” tuvieron similares concentraciones de aceites pero el menos preferido fue el OC (de mayor tamaño). Similar tendencia se detectó con el porcentaje de proteína de los granos. Los confiteros tuvieron mayor % de proteínas que los aceiteros negros, pero fueron menos preferidos. La preferencia estuvo inversamente relacionada con el tamaño de grano, estableciéndose un orden de preferencia en AN>AE>Oilcon>Con. Estos resultados refuerzan la importancia de considerar el tamaño de los granos como criterio de selección de híbridos dentro de los planteos productivos en zonas afectadas por palomas, y plantea un camino estratégico en los planes de mejoramiento de girasol con el objetivo de generar genotipos menos susceptibles al daño por palomas.



**Figura 1.** a) Porcentaje de plantas con daño y Daño por planta (columnas y líneas, respectivamente), a los 15 y 30 días desde madurez (iconografía negra y gris, respectivamente) y B) Consumo diario absoluto y relativo (Ca y Cr corresponde a columnas grises y negras respectivamente) producido por *Zenaida auriculata* en función de los genotipos AE, AN, Oilcon y Con. Letras diferentes representan diferencias significativas entre momentos y genotipos. Líneas verticales representan el error estándar.

## Bibliografía

- Canavelli S.B. y col. (2012) Capítulo 4. Alternativas de manejo para disminuir el daño por palomas en cultivos agrícolas. 49-61 En: Bases para disminuir el daño por palomas en cultivos extensivos. INTA EEA Paraná. Serie de extensión N° 64. ISSN 0325 – 8874.
- Linz, G. M. y col. (2015) Limitations of population suppression for protecting crops from bird depredation: A review. *Crop Protection*, 76, 46-52.
- Zuil S. y Col. (2016) Grain, kernel and hull characterization of oilseed and oilseed x confectionary genotypes. In: Proc. 19th Int. Sunflower Conf. Edirne, TUR, pp. 274–282.

## Fitotoxicidad en girasol de residuos del herbicida diclosulam en diferentes tipos de suelo

I.F. Divita<sup>1\*</sup>; F. Bedmar<sup>1</sup>; V. Gianelli<sup>2</sup>; F. Quiroz<sup>2</sup>; M.G. Monterubbianesi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Ruta 226, Km 73.5, Balcarce (7620), Buenos Aires, Argentina. \*E-mail: [divita.ignacio@inta.gob.ar](mailto:divita.ignacio@inta.gob.ar)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta 226, Km 73.5, Balcarce (7620), Buenos Aires, Argentina.

El empleo del herbicida diclosulam, de acción residual en presiembra/preemergencia de soja, puede desencadenar problemas de residualidad fitotóxica en cultivos sucesores sensibles como girasol. Tal fenómeno depende, entre otros factores, de las propiedades fisicoquímicas del herbicida, que en este caso posee bajo KOC, es un ácido débil, y su vida media en el campo varía entre 22 y 43 días. También está afectado por las propiedades fisicoquímicas del suelo, como el contenido de materia orgánica (MO), la textura y el pH, que influyen en la biodisponibilidad del herbicida para las plantas por jugar un papel fundamental en su retención. El objetivo del trabajo fue evaluar mediante bioensayos, el efecto sobre girasol de diferentes dosis de diclosulam en varios suelos de la región girasolera de Buenos Aires y La Pampa. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones y 8 dosis: 22.30, 11.15, 5.58, 2.79, 1.39, 0.70, 0.35 y 0 µg de ingrediente activo (i.a.) kg<sup>-1</sup> de suelo. El cultivar empleado fue SYN 3825 y los suelos evaluados correspondieron a las localidades de Balcarce, Maipú, Tres Arroyos, Coronel Suárez y Anguil. Se evaluó la fitotoxicidad sobre la altura, peso fresco aéreo y longitud de raíces de girasol en función de las dosis. Mediante regresiones lineales y no lineales (según el comportamiento de cada variable, se determinó para cada variable, la dosis que redujo su valor en un 50% respecto del testigo (EC<sub>50</sub>), la cual se utilizó para comparar la fitotoxicidad entre los distintos tipos de suelo. La sensibilidad a residuos de diclosulam de las variables evaluadas presentó el siguiente orden: longitud de raíces>altura de plántulas>peso fresco aéreo. La EC<sub>50</sub> mostró el siguiente orden para la variable altura: Balcarce>Maipú>Tres Arroyos>Coronel Suárez>Anguil. En el caso del peso fresco aéreo y longitud de raíces el patrón resultó Maipú>Balcarce>Tres Arroyos>Coronel Suárez>Anguil. La mayor fitotoxicidad observada en el suelo de Anguil podría deberse a su escaso contenido de MO (1,1%) y arcilla (3,6%), lo cual reduciría la cantidad de diclosulam retenido a las partículas coloidales, aumentando su disponibilidad en la solución del suelo y el riesgo de ser absorbido por las plantas. Por el contrario, los menores daños se registraron en los suelos de Balcarce y Maipú que, a diferencia de Anguil, poseen mayor contenido de MO (4,8% y 5,7%, respectivamente) y arcilla (21,4% y 20,2%, respectivamente). El suelo de Coronel Suárez fue el que presentó mayor fitotoxicidad, luego de Anguil. Dicho patrón podría deberse al menor contenido de MO (3,6%) que presenta en comparación a Balcarce y Maipú. Además, su pH (6,3), es más elevado que el de Balcarce (5,7) por lo que mayor proporción de este tipo de herbicida poseería carga negativa y de esta manera, sería repelido por las cargas negativas del suelo, hacia la solución. Como consecuencia de ello, se incrementaría la biodisponibilidad para absorción por parte de las raíces de las plantas. Sin embargo, el pH resultó menor al de Maipú (6,9). En este caso, las diferencias en fitotoxicidad se explicarían en mayor medida por las diferencias en el contenido de MO. Finalmente, en tercer lugar, se ubicó el suelo de Tres Arroyos que, además de poseer mayor proporción de MO (4,1%) que Coronel Suárez, su pH (5,4) es casi una unidad inferior a este suelo por lo que mayor proporción de herbicida tendría



carga neutra y de esta forma, sería más susceptible de ser adsorbido a las partículas del suelo. A su vez, su MO fue menor a la de los suelos de Maipú y Balcarce lo que conlleva a dicho patrón de fitotoxicidad.

**Palabras clave:** herbicidas sulfonamidas; propiedades edáficas; residualidad; EC<sub>50</sub>.

115

#### Bibliografía

-Bedmar, F.; Gianelli, V. 2014. Comportamiento de los herbicidas en el suelo. En Fernández, O.A.; Leguizamón, E.S.; Acciaresi, H.A (eds).” Malezas en invasoras de la Argentina”. Bahía Blanca. Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns 2014. pp. 361-390.

-Calvet, R. 1989. Adsorption of Organic Chemicals in Soils. Environmental Health Perspectives. 83: 145-177.

-Shaner, D. L (ed.) (2014). Herbicide handbook. 10th ed. Weed Sci. Soc. of Am., Lawrence, KS, USA. 513p.