

## **Brechas de rendimiento en Girasol**

Los sistemas de cultivos de Argentina han experimentado cambios importantes en los últimos 20 años (1995/96 – 2014/15). Los rendimientos de soja, trigo y maíz aumentaron 28, 39 y 108 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente ([www.sii.gov.ar](http://www.sii.gov.ar)). Sin embargo, el rendimiento del cultivo de girasol está estancando a nivel de país, siendo el único de los cuatro principales cultivos a nivel nacional que no presentó un incremento significativo de rendimiento. Sin entrar en detalle de las causas a las que se puede adjudicar este hecho, es importante destacar que para algunos casos conocidos de productores de punta de girasol el aumento de rendimiento para el mismo período ha sido de 63 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Por lo tanto, cuantificar las brechas de rendimiento y las causas de las mismas nos permitiría diseñar prácticas de manejo para lograr un importante aumento de los rendimientos del cultivo de girasol.

El término brecha de rendimiento es ampliamente usado en la bibliografía de cultivos, pudiendo adquirir diferentes significados. En general, hace referencia a la diferencia entre dos niveles de rendimiento:

- ☛ Rendimiento real (RR): es el rendimiento logrado por un productor o grupo de productores a una escala espacial determinada (e.g., lote, campo, departamento, zona, región).
- ☛ Rendimiento potencial en seco (RPS): rendimiento de un cultivar que crece en un ambiente para el cual está adaptado, sin limitaciones nutricionales, libre de plagas y enfermedades (van Ittersum y Rabbinge, 1997). Es el máximo rendimiento que puede alcanzar un cultivo que sólo está limitado por el agua disponible. Por lo tanto, éste va a depender del régimen de precipitaciones y de características del suelo que hacen a la capacidad de almacenaje de agua e infiltración.

La Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR) llevó a cabo un relevamiento de las brechas entre los RPS y el RR en ocho regiones girasoleras de Argentina (Hall et al., 2013) para el período 2000-2007. Estas brechas fueron significativas ( $P < 0.05$ ) para las ocho regiones consideradas y su promedio a nivel país fue de 0.75 t ha<sup>-1</sup>, equivalente al 41% del rendimiento promedio del país para ese período (1.85 t ha<sup>-1</sup>). Reducir estas brechas a un nivel factible del 25% del potencial llevaría el rendimiento promedio nacional a 2.12 t ha<sup>-1</sup>, con consecuencias importantes para la rentabilidad del cultivo (Cohan y Costa, 2010). El ingreso de divisas que representaría reducir las brechas en girasol lo podemos estimar en 130 millones de dólares anuales. Claramente, identificar las causas de las brechas es un objetivo de interés nacional.

Por otra parte, investigadores del INTA, CONICET y distintas universidades del país participaron de un proyecto internacional para la creación del Atlas Mundial de Brechas de Rendimiento (GYGA, [www.yieldgap.org](http://www.yieldgap.org)). Los resultados del Atlas para la Argentina determinaron brechas de 41%, 41% y 32%, para maíz, trigo y soja respectivamente (Aramburu



Merlos et al., 2015). En este trabajo se utilizaron criterios explícitos para definir zonas climáticas homogéneas (ZC), y mediante el uso de modelos de simulación calibrados y validados localmente, se estimaron los rendimientos alcanzables a nivel de ZC para luego calcular las brechas contrastando esas estimaciones con los valores de RR departamentales informados por el Ministerio de Agroindustria (<http://www.siiia.gov.ar>). En este aspecto, la metodología difería de la usada en el estudio de ASAGIR para girasol (Hall et al., 2013), ya que en esta última se utilizaron regionalizaciones en función de opinión experta y la estimación de los rendimientos alcanzables se realizó a partir de datos de ensayos comparativos de rendimiento.

Un punto clave para avanzar en la estimación de la brecha y sus causas es la decisión en torno a la resolución espacial considerada para su estimación (i.e. región, departamento, lote). Para poder estimar esta diferencia es necesario entonces contar con estimaciones para ambos términos (i.e. RPS-RR) a un nivel de detalle espacial similar o equivalente. Pero aún más importante es contar con información tecnológica precisa y detallada del manejo del cultivo a ese mismo nivel de detalle (región, departamento, lote). Entonces ¿Qué podemos hacer y cuánto mejoramos lo que ya se hizo para la brecha de rendimiento en girasol, si mejoramos la cuestión espacial? El trabajo de Hall et al. (2013) permitió estimar la magnitud de la brecha para el cultivo de girasol en Argentina a nivel de región productiva (cientos de miles  $\text{km}^2$ ). Con el presente proyecto tratamos de acercarnos a un estimador de la brecha pero a niveles de detalle espacial significativamente mayores (ej., lote [20-50 ha], departamento [100k a 500k ha] y ZC [miles  $\text{km}^2$ ]); y al mismo tiempo conocer que aspectos del manejo agronómico del cultivo de girasol pueden explicar la variabilidad observada en la brecha.

Para poder hacer una estimación precisa de los RPS a través de modelos de simulación, éstos deben reflejar el estado actual del conocimiento de la ecofisiología de los cultivos, es decir, deben estar basados en funciones empíricas robustas capaces de describir la respuesta de los cultivos al ambiente. En la actualidad más del 25% del girasol se cultiva en el NE y NO argentino, por lo que el cultivo suele estar expuesto a temperaturas muy altas (i.e. mayores a  $34^\circ\text{C}$ ) durante la floración y el llenado de granos. Existe evidencia de que estas temperaturas producen un estrés térmico en el cultivo, con consecuencias desfavorables sobre el número de granos y el rendimiento (Izquierdo, datos no publicados). Sin embargo, los modelos de simulación disponibles no reflejan este comportamiento. Es necesario, entonces, actualizar los modelos incorporando la respuesta del cultivo a las altas temperaturas como paso intermedio para la estimación de los rendimientos potenciales del cultivo y las brechas.

Dado la existencia de brechas entre los RR y RPS para girasol que exceden los márgenes comerciales esperables, creemos necesario identificar las causas de las brechas como primer paso hacia la búsqueda de soluciones dirigidas a eliminar esas brechas. El proyecto busca edificar sobre la experiencia acumulada hasta el presente en materia de cuantificar las brechas para girasol (Hall et al., 2013) y los otros cultivos importantes para el país (Aramburu Merlos, et al., 2015), y apunta a dar el próximo paso: identificar las causas de las brechas a niveles detallados, es decir, con un grano de resolución espacial más fino que la



escala regional utilizada en el proyecto original de ASAGIR (Hall et al., 2013) y utilizando la aproximación del proyecto internacional Global Yield Gap Atlas (GYGA, [www.yieldgap.org](http://www.yieldgap.org))