



# Adaptación de los cereales al cambio climático

## Contribuciones de la investigación de la fotosíntesis y el metabolismo de las plantas

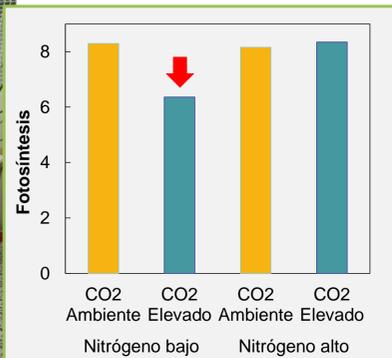
El **aumento del CO<sub>2</sub>** en la atmósfera conllevará aumentos de temperatura entre 1 y 4 °C, las sequías serán más frecuentes y acusadas, los episodios de precipitación intensa conducirán a aumentos de las inundaciones, y algunos suelos se degradarán.

El aumento del CO<sub>2</sub> **beneficia a las plantas**, porque el CO<sub>2</sub> es el nutriente que asimilan en mayor cantidad. Lo toman del aire a través de las hojas mediante el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para formar los componentes mayoritarios de la biomasa. En cambio, más temperatura de la que tenemos en nuestra región puede ser perjudicial para los cultivos. Los aumentos combinados de temperatura y CO<sub>2</sub>, sin embargo, pueden ser beneficiosos, porque el efecto perjudicial de la temperatura puede ser menor con CO<sub>2</sub> elevado. El aumento del CO<sub>2</sub> hace que la planta consuma menos agua creciendo lo mismo o más, lo que representa una ventaja en un ambiente seco.

Un objetivo de la investigación del Grupo de Fotosíntesis del IRNASA es conocer los **mecanismos de adaptación de las plantas** a una atmósfera cambiante, examinando desde las diferencias de producción entre variedades hasta la asimilación fotosintética de CO<sub>2</sub> y nitrógeno, el metabolismo y la regulación genética de estos procesos.



Cultivo hidropónico de plantas de trigo duro var. Regallo en cámara de crecimiento en condiciones controladas de CO<sub>2</sub> (700 μmol/mol), temperatura y humedad y dos dosis de nitrógeno.



Fotosíntesis en la hoja bandera  
CO<sub>2</sub> ambiente = 390 ppm  
CO<sub>2</sub> elevado = 700 ppm

### La toma de nitrógeno del suelo limita la fotosíntesis en atmósfera rica en CO<sub>2</sub>.

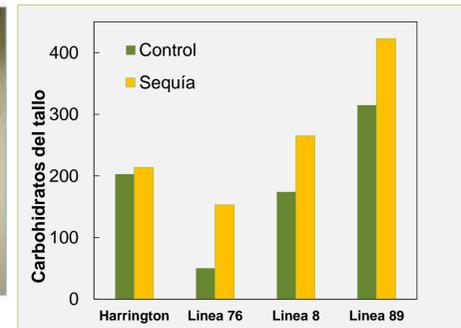
Al crecer en CO<sub>2</sub> elevado, la fotosíntesis no aumenta tanto como podría hacerlo. Es el fenómeno de aclimatación, relacionado con una pérdida de nitrógeno y de la proteína (Rubisco) que fija el CO<sub>2</sub> que se convierte en carbohidratos y finalmente biomasa. En cultivo hidropónico, con el nitrógeno más accesible que en suelos, hay aclimatación con poco nitrógeno, pero desaparece con mayor aporte. Esto indica que las plantas **en CO<sub>2</sub> elevado tienen menos capacidad de absorción de nitrógeno**, lo que puede paliarse mejorando la disponibilidad del nutriente, o con variedades con mejor absorción.

### Las variedades de cebada con más carbohidratos en el tallo pueden adaptarse mejor a la sequía

Se comparan la variedad de cebada Harrington y tres líneas derivadas de ella (líneas recombinantes con sustitución de cromosomas), para identificar las que tienen más carbohidratos solubles almacenados en el tallo (último entrenudo). Estos carbohidratos contribuyen en gran medida a la producción de grano, especialmente con sequía. Se ha encontrado que la concentración de carbohidratos solubles en el tallo aumenta con la sequía y varía notablemente entre las líneas de cebada a lo largo del desarrollo del grano.



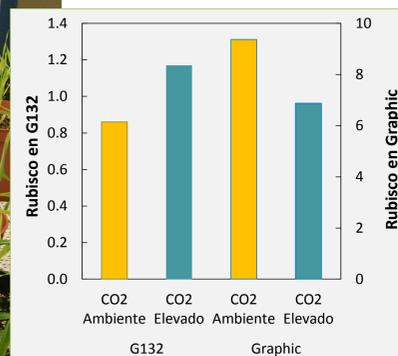
Comparación del crecimiento de la variedad de cebada Harrington y tres líneas derivadas de ella, en condiciones control y de sequía, en la antes de las plantas.



Contenido de carbohidratos (μmol/g PF) en el último entrenudo del tallo principal durante el crecimiento del grano.



Cultivo de plantas de cebada de la variedad Graphic y su mutante G132 en cámara de crecimiento en condiciones controladas de CO<sub>2</sub>, temperatura y humedad.



Contenido de Rubisco en hojas de cebada  
CO<sub>2</sub> ambiente = 390 ppm  
CO<sub>2</sub> elevado = 1200 ppm

### Un mutante de cebada responde mejor al aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera

La pérdida de capacidad fotosintética de la cebada Graphic al crecer en CO<sub>2</sub> elevado disminuye o desaparece en la línea de cebada G132, obtenida a partir de ella por mutagénesis (tratamiento de las semillas con productos que alteran su material genético, seguido de selección y cruzamientos entre plantas). En una atmósfera rica en CO<sub>2</sub>, comparado con Graphic el mutante G132 no pierde, o pierde menos Rubisco. La investigación de esta propiedad de G132, que se realiza en colaboración con la empresa CECOSA SEMILLAS, puede contribuir a la mejora de variedades para la adaptación al clima futuro.

#### Proyectos financiados en los últimos años:

- Integración de la variabilidad genotípica en eficiencia productiva con redes genómicas y metabólicas para la adaptación del trigo al cambio climático. Programa de I+D+I orientada a los retos de la sociedad. Ref. AGL2013-41363-R. Fecha: 2014-2017.
- Cambios moleculares y funcionales con impacto potencial en la adaptación al aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico en la cebada. Consejería de Educación. Junta de Castilla y León. Ref. CSI250U13. Fecha: 2013-2016.
- Mejora y caracterización génica y funcional de la cebada para la adaptación al aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico. Junta de Castilla y León. Ref. CSI148A11-2. Fecha: 2011-2013.
- Integración de la expresión génica, el metabolismo y la fotosíntesis para valorar los impactos en el trigo duro de los aumentos de CO<sub>2</sub> y temperatura previstos con el cambio climático. Plan Nacional I+D+I. Ref. AGL2009-11987. Fecha: 2009-2013.

Grupo de investigación del IRNASA-CSIC:

Pilar Pérez, Rosa M<sup>a</sup> Morcuende, Rubén Vicente, Ana M<sup>a</sup> Méndez, Javier Córdoba, Fátima Valeros, Angel Verdejo, M<sup>a</sup> Angeles Boyero, Rafael Martínez-Carrasco

<http://www.irnasa.csic.es/estres-abiotico>