



Doctoral Thesis Abstract

Analysis of biochemical-physiological mechanisms involved in responses to drought in soybean

Doctorando

Casaretto De Dregorio, Esteban Eduardo 

Director/a

Borsani Cambón, Julio Omar 

Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Uruguay

Codirector/a

Vidal, Sabina 

Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Uruguay

Abstract

Water deficit limits soybean crop productivity and reduces yield stability. Many parameters have been associated with tolerance to water deficit, where the control of leaf water loss is by far the most important. Since most of the water loss occurs through the stomata, the objective of this thesis was to deepen the understanding of the response to water deficit in soybeans through the control of stomatal closure and to determine how this can affect the water consumption of soybeans and its tolerance to water deficit. To achieve this, we delved into the study of stomatal closure control. We focused on the role of nitric oxide ($\bullet\text{NO}$) as a key molecule in the control of stomatal opening/closing. $\bullet\text{NO}$ kinetic accumulation was analyzed from the establishment of the hydric deficit, and its association with stomatal closure was assessed. Our work showed an endogenous $\bullet\text{NO}$ accumulation at the guard cell level before stomatal closure, which allowed us to postulate that in the early perception of stress there is an accumulation of $\bullet\text{NO}$ that inhibits stomatal closure, potentially through blocking responses to ABA. This initial fine control of the stomatal closure by $\bullet\text{NO}$ would be decisive to define the final responses of water loss/consumption during the establishment of the water deficit. Furthermore, we developed an empirical mathematical model in soybean that describes the kinetics of water consumption under water deficit conditions of a controlled plant-pot-substrate growth system. The model defined two parameters that determine the water consumption curve, $t_{0.5}$ (time at which the system lost half of the maximum amount of potentially evapotranspirable water) and $G_w(t_{0.5})$ (stomatal conductance at $t_{0.5}$). A correspondence analysis between $t_{0.5}$ and $G_w(t_{0.5})$, and the genetic structure of two soybean populations, indicated the existence of genetic associations with consumption phenotypes based on these parameters. On the other hand, using data from the drought susceptibility index (DSI) in the field, generated by previous work on one of the populations of this thesis, and through a correspondence analysis, a grouping between the model parameter $t_{0.5}$ and DSI is observed. This would indicate that the developed phenotyping strategy could also be useful in the characterization of genotypes at the field level.

Keyword: soybean, water deficit, nitric oxide, phenotyping, stomata





Análisis de mecanismos bioquímico-fisiológicos involucrados en las respuestas a sequía en soja

Resumen

El déficit hídrico limita la producción y reduce la estabilidad del rendimiento en el cultivo de soja. Muchos parámetros se han asociado a tolerancia al déficit hídrico, siendo el control de la pérdida de agua foliar el más determinante. Dado que la mayor pérdida de agua se da a través de los estomas, el objetivo de la tesis fue profundizar en las respuestas al déficit hídrico en soja a través del control del cierre estomático y determinar cómo este puede afectar el consumo de agua y la tolerancia al déficit hídrico. En este sentido, nos centramos en el óxido nítrico ($\bullet\text{NO}$) como molécula clave en el control del movimiento estomático. Se analizó su cinética de acumulación a partir del establecimiento del déficit hídrico, y su asociación con el cierre estomático. Nuestro trabajo mostró una acumulación de $\bullet\text{NO}$ endógeno en las células guarda previo al cierre estomático, lo cual permite postular que ante la percepción inicial del estrés existe una acumulación de $\bullet\text{NO}$ que inhibe el cierre estomático potencialmente a través del bloqueo de las respuestas a ABA. Este control fino inicial del cierre estomático por el $\bullet\text{NO}$ sería determinante para definir las respuestas finales de pérdida/consumo de agua durante el establecimiento del déficit. En esta misma línea de interés, desarrollamos en soja un modelo matemático empírico que describe la cinética del consumo de agua bajo condiciones de déficit hídrico de un sistema controlado de crecimiento planta-maceta-sustrato. El modelo definió dos parámetros que determinan la curva de consumo: el $t_{0.5}$ (tiempo en el cual el sistema perdió la mitad del agua potencialmente evapotranspirable) y el $G_w(t_{0.5})$ (conductancia estomática a $t_{0.5}$). Un análisis de correspondencia entre $t_{0.5}$ y $G_w(t_{0.5})$, y la estructura genética de dos poblaciones de soja, indicó la existencia de asociaciones genéticas con fenotipos de consumo basados en estos parámetros. Por otro lado, utilizando datos del índice de susceptibilidad a sequía (DSI) en campo, generados por un trabajo previo sobre una de las poblaciones de esta tesis, y a través de un análisis de correspondencia, se observa un agrupamiento entre el parámetro del modelo $t_{0.5}$ y DSI. Esto indicaría que la estrategia de fenotipado desarrollada también podría ser de utilidad en la caracterización de genotipos a nivel de campo.

Palabras clave: soja, déficit hídrico, óxido nítrico, fenotipado, estomas

Fecha de la defensa: 29 de julio de 2022

Tribunal:

Presidente

Andrés Berger
Universidad de la República,
Facultad de Agronomía, Uruguay

Relator

Pablo Calzadilla
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas (CONICET),
Argentina

Relatora

Carla Guzzo
Instituto Nacional de Tecnología
Agropecuaria (INTA), Argentina