

# CALIBRACIÓN DEL MODELO CROPGRO-SOYBEAN V4.0 EN EL AGROCLIMA DE AZUL, CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Adriana Confalone<sup>1</sup>, Federico Sau<sup>2</sup>

**ABSTRACT** - The purpose of this research was to evaluate the performance of CROPGRO-soybean in the agroclimate of Azul, BA, Argentina by comparison to field experiments carried out under non-limiting conditions, and as necessary, to modify components of the model to enable a more accurate prediction of crop growth and grain yield. In this cool environment, the present version of the model tends to underestimate biomass (ca. 18.7%) and grain yield (ca. 17.7%), so temperature functions affecting photosynthesis and nitrogen fixation should be reevaluated.

## INTRODUCCIÓN

En el mundo moderno, donde se busca una productividad cada vez mayor de los cultivos agrícolas comerciales, pero al mismo tiempo se busca también la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola, los modelos de crecimiento de cultivos constituyen una de las más importantes herramientas utilizadas, en busca del entendimiento de los diversos y complejos procesos de interacción entre el ambiente y el cultivo, hasta llegar al rendimiento de los mismos. (Ford, 1999).

Entre los modelos de leguminosas más mecanísticos se puede destacar el modelo CROPGRO (Boote et al., 1998). CROPGRO-soybean es un modelo específico de soja y su versión más reciente es la incluida en el programa DSSAT V4.

CROPGRO ha sido ampliamente empleado y sus simulaciones contrastadas con datos experimentales gracias a la simulación detallada de numerosos procesos físicos y biológicos implicados en la formación del rendimiento como la formación del índice de área foliar, la interceptación de radiación solar, la fotosíntesis neta de cubierta, la progresión del frente radical o la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico. No obstante, como otros modelos menos mecanísticos, antes de utilizarlos con fines de mejorar el manejo de un cultivo en un entorno dado es preciso calibrarlos con datos experimentales obtenidos "in situ" (Sau et al., 1999). Una vez calibrados, los modelos pueden ser utilizados con series meteorológicas históricas para evaluar la respuesta del cultivo en su ambiente a determinada práctica y condición inicial, y hasta su impacto económico (Mavromatis et al., 2001).

Cuando el proceso de calibración se muestra insuficiente para obtener simulaciones correctas hay que introducir modificaciones en el modelo tratando que éstas no impidan seguir obteniendo resultados satisfactorios en los ambientes en los cuales ha sido más ampliamente usado. Modificaciones al CROPGRO-soybean fueron realizadas por Sau et al. (1999) y también por Ruiz Nogueira et al. (2001) para las condiciones frías de Galicia con el cultivo creciendo bajo riego y en condiciones de secano. El clima del Centro de la provincia de Buenos Aires se asemeja más al clima del NO de España que al clima cálido tropical del lugar de origen del modelo (Gainesville, FL)

En este sentido, el presente trabajo intenta evaluar con datos experimentales la capacidad

predictiva del modelo, y de ser necesario modificarlo para predecir correctamente el crecimiento y desarrollo del cultivo de la soja en las condiciones agroclimáticas del centro de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados provienen de tres años de ensayos (sembrados en 1999, 2000 y 2001) conducidos en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía-UNCPBA, BA, Argentina (latitud: 36°45'S; longitud: 59°50'W, altitud: 132m), cuyo suelo es Argiudol típico profundo según Soil Taxonomy (USDA-SMSS, 1990), de textura franca con alto contenido de materia orgánica y sin limitaciones de profundidad. El clima de la región es templado húmedo con influencia oceánica del tipo fundamental Cfb (Köppen, 1931), que predomina en la región centro-este de la provincia de Buenos Aires.

El cultivar utilizado fue del grupo 4 (Don Mario 4800-RR) de crecimiento indeterminado, sembrado en la primera quincena de noviembre con una densidad de siembra de 30 plantas/m<sup>2</sup>.

Los datos agrometeorológicos provienen de la estación del Centro Regional de la Facultad de Agronomía, cercana al campo experimental.

Los tratamientos utilizados considerados en este trabajo fueron con irrigación (suelo mantenido próximo a capacidad de campo) y sin limitación de nutrientes.

La lámina de agua aplicada diariamente como complemento de la precipitación fue distribuida por medio de un sistema de riego por goteo y fue calculada mediante la metodología recomendada por la FAO (Allen et al., 1998). El valor de la humedad del suelo a la capacidad de campo fue determinado con el método de Cassel & Nielsen (1986). El contenido de humedad en el suelo fue monitoreado semanalmente por el método gravimétrico (Gardner, 1986).

Se determinaron las distintas fases fenológicas del cultivo siguiendo la clave de Fher & Caviness (1977)

Semanalmente fueron determinados el índice de área foliar (IAF), el peso seco de 0.5 m<sup>2</sup> de cultivo y su reparto entre tallos, hojas y vainas. Luego de cosechadas las plantas fueron seccionadas en raíz, tallo, hojas y estructuras reproductivas para luego ser llevadas a estufa ventilada a una temperatura de 65°C, hasta peso constante. El IAF se midió con un analizador de dosel (LAI 2000, LI-COR, inc). Dentro del cultivo, la radiación fotosintéticamente activa interceptada (IRFA) fue medida con un sensor cuántico lineal (PAR-Li-COR, inc.).

Los datos experimentales del año 2000, obtenidos bajo condiciones no limitantes del medio (agua y nutrientes) en el ensayo de campo realizado en Azul, se utilizaron para calibrar el modelo, mientras que los datos de dos años restantes (1999 y 2001) se utilizarán para realizar el test del modelo calibrado

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía de Azul, Área de Agrometeorología-UNCPBA. Azul, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal, EPS, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, España

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se calibró la predicción del desarrollo, modificando manualmente los coeficientes genéticos hasta obtener el menor desvío entre los datos predichos y los observados. Estos valores se pueden observar en la tabla 1. También se presentan los valores de los coeficientes genéticos que propone por defecto el modelo para una variedad de soja de grupo 4.

Tabla 1. Valores calibrados de los coeficientes genéticos del cultivar Don Mario 4800 y los originales para una soja del grupo 4.

CODIGO	originales	modificados
CSDL	12.83	12.83
PPSEN	0.303	0.303
EM-FL	18.0	13.0
FL-SH	9.0	9.0
FL-SD	15.0	22.0
SD-PM	32.0	30.0
FL-LF	26.0	26.0
LFMAX	1.03	1.40
SLAVAR	300	300
XFRUIT	1.0	1.0
WTPSD	0.19	0.19
SFDUR	20.0	20.0
SDPDV	2.10	2.10
PODUR	12.0	16.0

**CSDL:** fotoperíodo crítico (horas) por debajo del cual el desarrollo reproductivo no es afectado por la longitud del día; **PPSEN:** pendiente de la tasa relativa (1/horas) de desarrollo para longitudes del día superiores a CSDL ó sensibilidad fotoperiódica; **EM-FL:** tiempo (días fisiológicos) desde el final de la fase juvenil a la primera flor, duración mínima con temperatura (T) y fotoperíodos (F) óptimos. (T y F op); **FL-SH:** tiempo (días fisiológicos) desde la primera flor a la primera vaina mayor de 0,5 cm (T y F op); **FL-SD:** tiempo (días fisiológicos) desde la primera flor a la primera semilla (T y F op); **SD-PM:** tiempo (días fisiológicos) desde la primera semilla a madurez fisiológica (T y F op); **FL-LF:** tiempo (días fisiológico) desde la primera flor al final del crecimiento de hojas (T y F op); **LFMAX:** tasa fotosintética máxima (m.mol. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.s) con saturación lumínica y temperatura óptima; **SLAVAR:** area foliar específica (cm<sup>2</sup>/g) para hojas nuevas durante el pico de crecimiento vegetativo; **XFRUIT:** fracción máxima de la fotosíntesis bruta diaria disponible para semillas y vainas; **WTPSD:** peso máximo de semilla (g) bajo condiciones no limitantes de substrato; **SFDUR:** duración (días fisiológicos) del llenado de semilla ; **SDPDVD:** número de semillas por vaina; **PODUR:** tiempo (días fisiológicos) requerido para que el cultivo adquiriera la carga completa de vainas en condiciones óptimas, usado para computar la tasa de formación de flores y vainas.

El valor propuesto para LFMAX es el límite máximo que coincide con el mayor valor de fotosíntesis foliar publicado (1,4 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ; Sinclair, 1980).

En la Figura 1 podemos observar tanto la biomasa aérea total como la biomasa en vainas simuladas con CROPGRO-soybean, así como los datos obtenidos experimentalmente para el tratamiento regado del 2000.

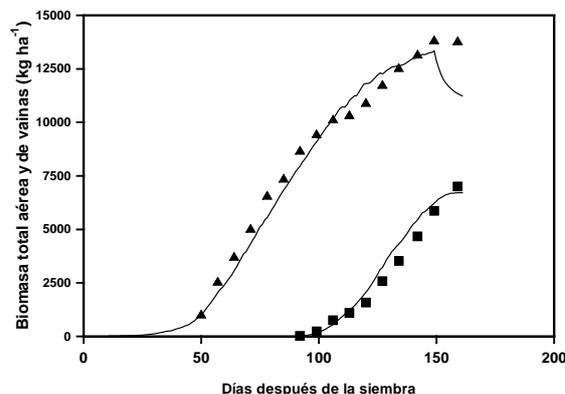


Figura 1. Evolución de la materia seca total aérea simulada (línea) y medida (▲) y del peso seco de las vainas simulado (línea) y medido (■) para el cultivar Don Mario 4800 en el año 2000 en Azul, Buenos Aires, Argentina.

Considerando los tres tratamientos regados, se observa que a pesar de que el modelo predice de modo correcto la cronología de los principales estadios fenológicos, infraestima la biomasa total aérea y la biomasa en vainas en cosecha en 7.7 y 18.7%, respectivamente. Para mejorar las predicciones será necesario reevaluar las funciones de temperatura que afectan a la fotosíntesis y a la fijación simbiótica de nitrógeno. Para ello, se dispone además de los datos experimentales antes citados, de otros experimentos realizados con otros cultivares de soja.

## REFERENCIAS

- Cassel, D.K., Nielsen, D.R. Field capacity and available water capacity. In KLUTE, A. (ed). Methods of soil analysis, Madison, ASA-SSSA, Monograph n°9, 25p. 1986.
- CRAGM - Boletín Agrometeorológico del Centro-Sur de la Provincia de Buenos Aires. 1997,1998,2002 y 2003. Facultad. Agron. Azul, Buenos Aires.
- Fehr, W., Caviness, C. Stages of soybean development, Special Report 80, Iowa State University of Science and Technology, Ames, IA. 1977.
- Ford, A. Modeling the environment. Island Press, Washington D.C., 401p. 1999.
- Gardner, W.H. Water content In: KLUTE, A. (ed.).Methods of soil analysis. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wi, p. 493-594. 1986.
- Köppen, W. Grundriss der klimakunde, Walter de Gruyter, Berlin, 338p. 1931.
- Mavromatis, T., Boote, K.J., Jones, J.W., Irmak, A., Shinde, D., Hoogenboom, G. Developing genetic coefficients for crop simulation models with data from crop performance trials. Crop Sci. 41, 40 - 51. 2001.
- Ruiz-Nogueira, B., K. Boote, Sau, F. Calibration and use of CROPGRO-soybean model for improving soybean management under rainfed conditions. Agricultural Systems, 68, 151 - 173. 2001.
- Sau, F., K. Boote, Ruiz-Nogueira, B. Evaluation and improvement of CROPGRO-soybean model for a cool environment in Galicia, northwest Spain. Field Crop Research, 61, 273 - 291. 1999.
- Sinclair, T.R. Leaf CER from post-flowering to senescence of field grown soybean cultivars. Crop Sci. 20, 196 - 200. SDA-SMSS., 1990. Department of Agriculture. Soil Management Support Services. Keys to soil taxonomy. Washington, 422p. (tech monograph, 19). 1980.