

**Simulación del área foliar en papa (*Solanum tuberosum* L.) con los modelos
SUBSTOR-Potato y VEGA-Potato**

Simulation of the leaf area in potato (*Solanum tuberosum* L.) with the SUBSTOR-
Potato and VEGA-Potato models

Manuel Vega Ronquillo

Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Departamento de producción vegetal: fitotecnia.

Correo electrónico: manuelvegaronquillo2017@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la simulación del área foliar en papa (*Solanum tuberosum* L.) con los modelos SUBSTOR-Potato y VEGA-Potato. Para cumplir este objetivo se utilizó el Software DSSAT (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) versión 4.5. El diseño fue pre experimental de nivel predictivo, se trabajó con dos variedades de papa Russet Burbank y Diacol Monserrat. Los resultados indicaron Con el nuevo modelo VEGA-Potato se encontró un IAF de 6.5 para la variedad Russet Burbank con un RECM 1.377 y para la biomasa 2207.6 mientras que para el modelo SUBSTOR-Potato se encontró un IAF de 5 con un RECM de 2.206 y para la biomasa 1617.3. Para la variedad Diacol Monserrat con el nuevo modelo VEGA-Potato se encontró un IAF de 7 con un RECM 1.073 y para la biomasa 1548.4 mientras que para el modelo SUBSTOR-Potato se encontró un IAF de 6 con un RECM de 2.462 y para la biomasa 1811.0. En conclusión, podemos decir que el nuevo modelo VEGA-Potato es más eficiente para la simulación del IAF y biomasa para las variedades de papa Russet Burbank y Diacol Monserrat.

Palabras clave: SUBSTOR, DSSAT versión 4.5, IAF, Simulación y modelo.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the simulation of the leaf area in potato (*Solanum tuberosum* L.) with the SUBSTOR-Potato and VEGA-Potato models. To meet this objective, DSSAT software (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) version 4.5 was used. The design was pre-experimental with a predictive level, working with two potato varieties Russet Burbank and Diacol Monserrat. The results indicated With the new VEGA-Potato model an IAF of 6.5 was found for the Russet Burbank variety with a RECM 1,377 and for biomass 2207.6 while for the SUBSTOR-Potato model an IAF of 5 was found with a RECM of 2,206 and for biomass 1617.3. For the Diacol Monserrat variety with the new VEGA-Potato model an IAF of 7 was found with a RECM 1.073 and for the biomass 1548.4 while for the SUBSTOR-Potato model an IAF of 6 was found with a RECM of 2.462 and for the biomass 1811.0. In conclusion, we can say that the new VEGA-Potato model is more efficient for the simulation of IAF and biomass for the potato varieties Russet Burbank and Diacol Monserrat.

Keywords: SUBSTOR, DSSAT version 4.5, IAF, Simulation and model.

ISSN N° 2708-9843

Recibido: 02 de abril 2021

Aceptado para su publicación: 10 de agosto 2021

INTRODUCCIÓN

Un modelo de simulación es un conjunto de ecuaciones que representa procesos, variables y relaciones entre variables de un fenómeno del mundo real y que proporciona indicios aproximados de su comportamiento bajo diferentes manejos de sus variables. Según Aguilar (1992) y Aguilar (1997) por otra parte según Naylor (1973) la Simulación de un sistema (o un organismo), es la operación de un modelo el cual es una representación del sistema. Este modelo puede sujetarse a manipulaciones que serían imposibles de realizar o demasiado costosas o imprácticas”.

Aprovechando selectiva e inteligentemente la experiencia y el conocimiento de tal forma generados, los países en vía de desarrollo tienen a su disposición una alternativa para abreviar el camino hacia el desarrollo sustentable del agro (Salvador, 1997). Consecuentemente, los modelos de simulación de sistemas de suelos y plantas se han convertido en valiosos instrumentos para asimilar el conocimiento que se obtiene de la experimentación. Su uso dentro de un programa de investigación tiene el potencial para incrementar la eficiencia del programa, mediante el énfasis en el estudio de los procesos más que el estudio de los efectos netos en un sitio específico (Bowen, 1997).

La modelización agronómica es una disciplina en plena expansión, con estudios cada vez más numerosos, fruto del interés despertado entre los científicos, y en las innumerables aplicaciones que los modelos pueden tener (Fernández y López, 1993). El crecimiento del follaje es el resultado de dos procesos combinados: Ramificación y aparición y expansión de hojas. En la planta de patata al igual que la de tomate, la yema apical del tallo luego de la producción de un número de hojas variable se diferencia en una yema floral. Cuando el crecimiento del follaje comienza a ser más lento y la tasa de senescencia de las hojas se incrementa, el

follaje alcanza su máximo tamaño y comienza a declinar. En este momento estamos en la fase de máximo crecimiento de los tubérculos. Si la estación de crecimiento es lo suficientemente larga, el follaje muere totalmente en forma natural, y sus azúcares y nutrientes minerales son removilizados y transportados hacia los tubérculos. (Aldabe y Dogliotti, 2010)

En este estudio se buscó usar solo dos modelos de simulación en papa, modelos circulares (Bowen, 1997) ya disponibles en el DESSAT V.4.5 como el modelo SUBSTOR-Potato, fue publicado en 1993 por Griffin y colegas, para contar con una herramienta que facilitara la planificación y el análisis del cultivo de patata. (Griffin, Johnson y Ritchie, 1993). La asimilación de carbono por el cultivo está directamente relacionada con la capacidad de la planta para capturar la radiación fotosintéticamente activa. Esta capacidad depende a su vez de la cantidad y orientación del área foliar desplegada por el cultivo. SUBSTOR-Potato no simula el desarrollo de hojas individuales. Ng y Loomis (1984) y Fleisher y Timlin (2006), sino más bien el desarrollo de toda la cubierta del cultivo. En ensayos realizados en Madrid, con las variedades Jaerla (ciclo corto) y Baraka (ciclo largo) durante dos años, el modelo SUBSTOR-Potato mostró un pobre desempeño al simular el área foliar del cultivo (Rodríguez, 2011; López, 2013)

El otro modelo utilizado fue un nuevo modelo VEGA-Potato desarrollado por Vega (2013) a fin de encontrar el modelo más apropiado para poder simular exitosamente en el cultivo de papa. Por lo cual nos planteamos como objetivo: Evaluar la simulación del área foliar en papa (*Solanum tuberosum L.*) con los modelos SUBSTOR-Potato y VEGA-Potato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizó el Software DSSAT (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) versión 4.5.

disponibles en: <http://dssat.net/downloads/dssat-v45>. Para el experimento se usó 2 variedades de papa, la variedad Russet Burbank, y la variedad Diacol Monserrat, sembrada a densidades de 5 plantas/m²

aproximadamente, contando con los datos de clima, suelo, y las ecuaciones son una modificación y ampliación del modelo propuesto por Wallach (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestra la simulación del área foliar y biomasa con los modelos SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato.

En la Figura 1 y 2 se puede apreciar la simulación del IAF y biomasa para la variedad Russet Burbank, con el nuevo modelo VEGA-Potato se muestra más precisa que con SUBSTOR-Potato, para el caso del IAF, consiguiendo reducir el RECM de 2,206 a 1,377 (Tabla 1), el RECM de la biomasa asciende un 36% al comparar con SUBSTOR-Potato. Sin embargo, parece proporcionar una base robusta para simular el área foliar en papa, con un IAF de 7.

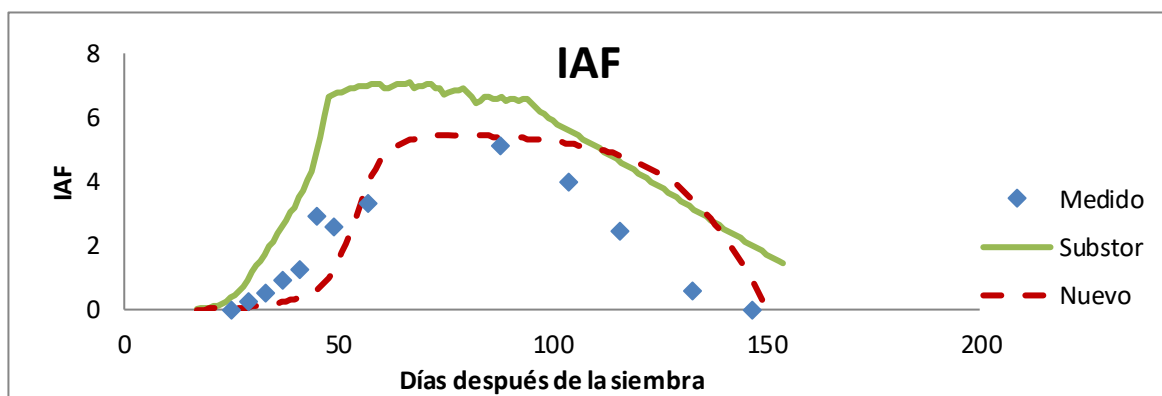


Figura 1: Simulación del área foliar en papa con los modelos SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato.

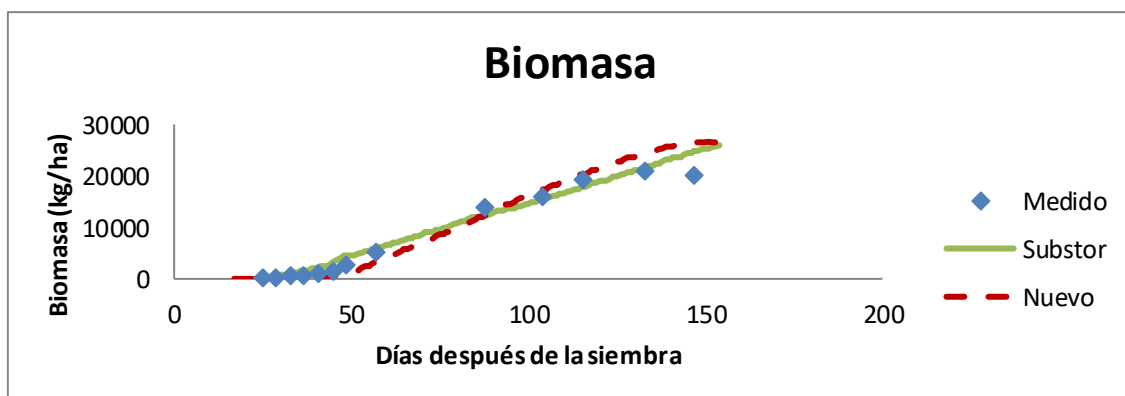


Figura 2: Simulación de la biomasa total en papa por el modelo SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato

Tabla 1: Coeficiente de determinación (r^2) y raíz del error cuadrático medio (RECM) de las simulaciones del índice de área foliar (IAF) y biomasa con SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato.

Russet Burbank	SUBSTOR-Potato		VEGA- Potato	
	r^2	RECM	r^2	RECM
IAF	0.802	2.206	0.565	1.377
Biomasa	0.999	1617.332	0.981	2207.682

En la Figura 3 y 4. La simulación del IAF en la variedad Diacol Monserrat con SUBSTOR-Potato muestra una gran sobreestimación en comparación al nuevo modelo VEGA-Potato, pero sin embargo no se refleja en la simulación del crecimiento. En ambos casos, VEGA-Potato es más eficiente, asociando claramente la simulación del área foliar con un IAF de 7 y biomasa. Esto se ve reflejado en los valores de RECM que se reducen en un 56% para el caso del IAF y en un 17% para el de la biomasa (Tabla 2).

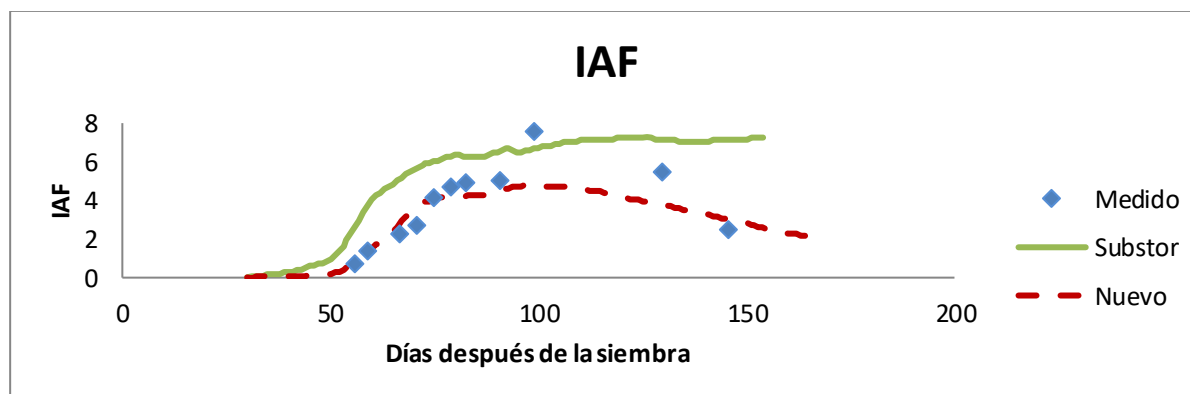


Figura 3: Simulación del área foliar en papa por el modelo SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato.

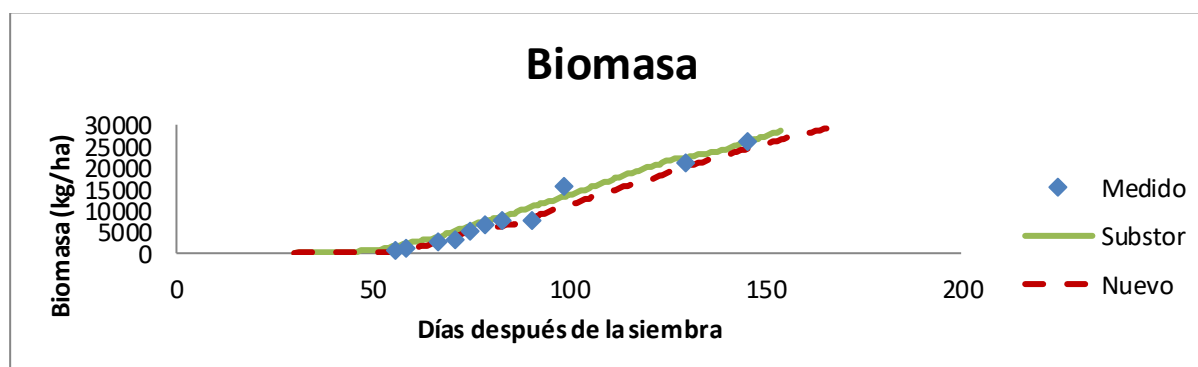


Figura 4: Simulación de la biomasa total en papa con los modelos SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato.

Tabla 2: Coeficiente de determinación (r^2) y raíz del error cuadrático medio (RECM) de las simulaciones del índice de área foliar (IAF) y biomasa con SUBSTOR-Potato y el nuevo modelo VEGA-Potato.

Variedad	SUBSTOR-Potato		VEGA- Potato	
	r^2	RECM	r^2	RECM
Diacol				
Monserrat				
IAF	0.554	2.462	0.775	1.073
Biomasa	0.975	1811.091	0.975	1548.477

Con el nuevo modelo VEGA-Potato durante la simulación se encontró un IAFmax de 6.5 a 7 y con el modelo SUBSTOR-Potato 5 a 6 para las variedades Russet Burbank y Diacol Monserrat, lo cual corrobora con Forero y Garzón (2000) Validación del modelo de simulación de crecimiento con el modelo SUBSTOR-Potato en Bogotá en la variedad Diacol Monserrat encontró IAFmax (m^2/m^2) 5.7. Griffin, Johnson y Ritchie (1997) Un modelo de simulación para el crecimiento y desarrollo en patata con el modelo SUBSTOR- Potato en Oregón en la variedad Russet Burbank encontró IAFmax (m^2/m^2) 6.0. De la casa, Ovando y Rodríguez (2003) Rendimiento potencial en patata con datos observados y estimados de radiación con el modelo SUBSTOR-Potato en Córdoba encontró IAFmax (m^2/m^2).7.2.

CONCLUSIONES

Con el nuevo modelo VEGA-Potato se encontró un IAF de 6.5 para la variedad Russet Burbank con un RECM 1.377 y para la biomasa 2207.6 mientras que para el modelo SUBSTOR-Potato se encontró un IAF de 5 con un RECM de 2.206 y para la biomasa 1617.3. Para la variedad Diacol Monserrat con el nuevo modelo VEGA-Potato se encontró un IAF de 7 con un

RECM 1.073 y para la biomasa 1548.4 mientras que para el modelo SUBSTOR-Potato se encontró un IAF de 6 con un RECM de 2.462 y para la biomasa 1811.0.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. 1997. Simulación de Sistemas. Primera edición. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. P 220.
- Aguilar, C.; y R. Cañas. 1992. Simulación de Sistemas. Costa Rica. Pp 184-284.
- Aldabe, L.; y S. Dogliotti. 2010. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de patata (*Solanum tuberosum* L.). Universidad de la República: Facultad de Agronomía. Pp 3-6.
- Arce, F. A. 2012. Situación actual y perspectivas de futuro de la patata en España. Centro de control de la patata de Castilla y León. Pp 33-36.
- Baker, D. H.; J. Landivar, F. Whisler y V. Redy. 1979. Plant responses to environmental conditions and modeling plant development. Proc. Weather Agric. Symp. Pp 69-109.
- Barrera, V. 1996. Factores que afectan la sostenibilidad del sistema de producción de pequeños productores de Carchi, Ecuador. Modelo de simulación. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. P 117.
- Bowen, W. 1997. Modelos de simulación. Circular CIP. Pp 2-9.

- De la Casa, A.; G. Ovando y A. Rodríguez. 2003. Estimación de la radiación solar Global en la provincia de Córdoba Argentina y su empleo en un modelo de rendimiento potencial de patata RIA, 32 (2): 45-62 INTA Argentina.
- Fernández, E.; y L. López. 1993. Modelos de simulación en cultivos herbáceos. Edit. Hispana Andina. Paseo de la infanta. Madrid. Pp 21-81.
- Fleisher, D. H.; y D. Timlin. 2006. Modeling expansion of individual leaves in the potato canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139. Pp 84-93.
- Forero, H. D.; y E. Garzón. 2000. Validación del modelo de simulación de crecimiento SUBSTOR-potato V 3.5 para cuatro variedades mejoradas de patata (*Solanum tuberosum* L). Tesis Universidad Nacional de Colombia Bogotá Facultad de Agronomía. Pp 45-55.
- Griffin, T. S.; B. Johnson y J. Ritchie. 1997. A simulation model for potato growth and development: SUBSTOR-potato, V 2.0. Pp 2-25.
- Griffin, T. S.; B. Johnson y J. Ritchie. 1993. A simulation model for potato growth and development: SUBSTOR-Potato Version 2.0. Department of Agronomy and Soil Sciences, College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. 29 p.
- Iritani, W. M. 1963. El efecto de la temperatura del verano en Idaho en el rendimiento de las patatas Russett Burbank. *Amer. Patata* 1.40: 47-52.
- López, G. A. 2013. Interacción fotoperiodo-temperatura en el crecimiento y producción de patata. Trabajo Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid.
- Naylor, T. 1973. Técnicas de simulación en computadoras. México. Editorial Limusa. P 390.
- Ng, E.; y R. Loomis. 1984. Simulación del crecimiento y rendimiento del cultivo de patata. Monographs Pudoc. Simulación, Wageningen.
- Prange, R. K.; K. McRae, Rodríguez, S. 2011. Efecto de la temperatura, el fotoperiodo y la fertilización nitrogenada en el desarrollo, crecimiento y producción de la patata, para la posterior modelización del cultivo. Trabajo Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid.
- Salvador, R. 1997. Uso de la simulación computarizada para avanzar la investigación agrícola en países en vía de desarrollo. Departamento de Agronomía. Universidad Estatal de Iowa de Ciencia y Tecnología. EEUU. P 14.
- Shannon. 1975. Simulación de sistemas. Diseño, desarrollo e implementación, Editorial Trillas. México. P 387.
- Vega, R. 2013. Desarrollo de un Nuevo modelo VEGA- Potato para la simulación del área foliar en papa. Tesis Madrid España.
- Wallach, D. 2006. The two forms of crop models. Pp 3-10. Working with dynamic crop models. D. Wallach, D. Makowski y J.W. Jones Eds. Elsevier, Amsterdam.