

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Características fenológicas y productivas de cinco cultivares de soya en época lluviosa

Phenological and productive characteristics of five cultivars of soybean in rainy season

Elio Lescay Batista, Yadira Vázquez Ramírez y Fernando Celeiro Rodríguez

Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Carretera Bayamo a Manzanillo km 16½, Gaveta Postal 2140, Bayamo, Granma, Cuba, CP 85 100

E-mail: elescay@dimitrov.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la época lluviosa, sobre un suelo Fluvisol, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios "Rubén Noguerras Castillo", municipio Cauto Cristo, Granma, para determinar las características fenológicas y el rendimiento agrícola de cinco cultivares de soya. La siembra se realizó en surcos individuales de 5 m de largo y el diseño utilizado fue bloques al azar con tres réplicas. El marco de siembra utilizado fue de 0,70 x 0,05-0,07 m. Se realizó un análisis de varianzas de clasificación doble y la comparación múltiple de medias, con la prueba de Tukey. La fase vegetativa, hasta el octavo nudo, mostró un comportamiento similar en los cultivares evaluados con valores que oscilaron entre 38 y 40 días después de la siembra. Las fases reproductivas tuvieron una duración de 50 a 56 días, destacándose los cultivares Incasoy-36 y Foscarin como los más precoces, FT-2 alcanzó el mayor rendimiento agrícola con 2,2 t ha⁻¹.

Palabras clave: fase vegetativa, fase reproductiva, fenología, *Glycine max*

ABSTRACT

The research was developed in the rainy season, on a Fluvisol soil, belonging to the Credit and Services Cooperative "Rubén Noguerras Castillo", Cauto Cristo municipality, Granma, to determine the phenological characteristics and agricultural yield of five soybean cultivars. Seeding was performed on individual rows 5 m long and the design was a randomized block with three replicates. Planting distance used was 0.70 x 0.05 to 0.07 m. A double classification variances analysis and multiple means comparison were performed with the Tukey test. The vegetative phase, up to the eighth node, showed a similar behavior in the cultivars evaluated with values that oscillated between 38 and 40 days after sowing. Reproductive phase lasted 50 to 56 days, highlighting the cultivars Incasoy-36 and Foscarin as the most precocious. FT-2 reached the highest agricultural yields with 2.2 t ha⁻¹.

Keywords: phenology, vegetative phase, reproductive phase, *Glycine max*

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill) es considerada como una de las principales fuentes de aceite y proteína vegetal a escala mundial. El grano contiene entre 18 y 20 % de grasa y de 38 a 40 % de proteínas; se utiliza en la alimentación humana y de diferentes especies de animales (Mederos y col., 2009). Siendo uno de los 10 cultivos de mayor importancia en el mundo, es sembrado en más de 62 millones de hectáreas y la producción supera los 136 millones de toneladas (FAO, 2009).

El cultivo depende de las condiciones ambientales bajo las que se desarrolle y de la capacidad de adaptación que posean los cultivares a las condiciones ofrecidas por el medioambiente. Es por ello que, al implementar una estrategia de manejo de la tecnología, se debe conocer la capacidad de adaptación de los cultivares a las condiciones ambientales de cada localidad (Carrasco, 2010). Por eso el objetivo del presente trabajo fue determinar las características fenológicas y el rendimiento agrícola en cinco cultivares de soya en la época lluviosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante la época lluviosa del año 2013, en un suelo Fluvisol poco diferenciado (Hernández y col., 1999) perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Rubén Noguera Castillo”, Las Palmitas, municipio Cauto Cristo, provincia Granma. Los cultivares evaluados fueron: Júpiter, Incasoy-36, Inifat-120, Foscarin y FT-2.

La preparación del suelo se realizó con tracción animal (de la forma tradicional), y las labores realizadas fueron: aradura, pase de grada, cruce y surca. La fertilización fue con estiércol bovino

bien descompuesto, aplicado el mismo de forma manual, en el fondo del surco, a razón de 5 t ha⁻¹ según lo expresado por Samuels y Reyes (2011).

El montaje del experimento se realizó el 22 de julio del año 2013. Los cultivares fueron sembrados en surcos individuales de 3 m de largo, distribuidos en un diseño de bloques al azar con tres réplicas. El marco de siembra utilizado era 0,70 m entre surcos por 0,05-0,07 m entre plantas. Los bordes de cada bloque fueron sembrados, pero no se evaluaron con el objetivo de contrarrestar el efecto de borde.

Se realizaron cuatro riegos, en el momento de la siembra, después de la germinación, la floración y la fructificación. El control de arvenses se realizó manualmente con azada, manteniendo el experimento libre de estas especies durante su ejecución. Las otras atenciones culturales al cultivo se realizaron según las indicaciones del Instructivo Técnico para el cultivo de la soya (Esquivel, 1997).

Los datos de las principales variables climáticas durante el período, fueron obtenidos del registro de la Estación Meteorológica ubicado en la Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos, municipio Cauto Cristo (Tabla 1).

Las mediciones se realizaron siguiendo la metodología propuesta por Fehr y Caviness (1977) que señala el progreso de la fenología en una planta. Se describen básicamente dos estadios: estadios vegetativos y reproductivos.

1. Estadios vegetativos (días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de cada estadio evaluado)

- **Planta emergida:** cotiledones por encima de la superficie, totalmente abiertos, plántula erguida, el primer par de hojas unifoliadas (opuestas) permanece sin abrir.

Tabla 1. Comportamiento de las principales variables climáticas durante el período experimental

Meses	Temperatura	Humedad	Horas sol	Lluvias (mm)	
	media (°C)	Relativa (%)			
Año 2013	Julio	29,9	81	213	167,1
	Agosto	29,1	81	207	177,7
	Septiembre	28,6	76	230	198,1
	Octubre	28,2	81	253	96,6

- **Cotiledonar:** hojas unifoliadas suficientemente desarrolladas de forma que sus bordes no se tocan.
- **Primer nudo:** hojas totalmente desarrolladas en el nudo de las hojas unifoliadas.
- **Segundo nudo:** dos nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.
- **Tercer nudo:** tres nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.
- **Cuarto nudo:** cuatro nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.
- **Quinto nudo:** cinco nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.
- **Sexto nudo:** seis nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.
- **Séptimo nudo:** siete nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.
- **Octavo nudo:** ocho nudos sobre el tallo principal con hojas totalmente desarrolladas comenzando por el nudo de hojas unifoliadas.

2. Estadios reproductivos (días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de cada estadio evaluado)

- **Comienzo de floración:** una flor abierta en algún nudo del tallo principal.
- **Plena Floración:** una flor abierta en uno de los dos nudos superiores del tallo principal con una hoja totalmente desarrollada.
- **Comienzo de fructificación:** legumbres de 5 mm de largo en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con una hoja totalmente desarrollada.
- **Plena fructificación:** legumbres de 2 cm de largo en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con una hoja totalmente desarrollada.
- **Comienzo de formación de semilla:** semillas de 3 mm de largo en una legumbre

en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con una hoja totalmente desarrollada.

- **Tamaño máximo de semilla:** las legumbres tienen semillas verdes que llenan completamente la cavidad del fruto, en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desarrolladas.
- **Comienzo de maduración:** alguna legumbre normal sobre el tallo principal ha alcanzado su color típico de madurez.
- **Plena madurez:** 95 % de legumbres con color típico de madurez.

3. Rendimiento: se pesó la semilla total obtenida en cada parcela y posteriormente, dividió entre el área, el valor de cada parcela se llevó a toneladas por hectárea.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó a través del paquete Estadístico (Stat Soft, 2009). Se aplicaron las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Bartlett para determinar la distribución normal de los datos. Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase vegetativa

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre cultivares, respecto a la aparición del primero, segundo, tercero y cuarto nudo (Tabla 2 y 3). Las demás etapas evaluadas no mostraron diferencias estadísticas, lo que indica un comportamiento similar de los cultivares para cada una de estas etapas. Los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de la emergencia oscilaron entre 5,07 y 5,8, mientras que en la fase cotiledonar, es de 8,1 a 8,8 días, pero no existieron diferencias significativas. Resultados que coinciden con los obtenidos por Chacón y col. (2009).

Según Farías (1995) citado por Riquenes y Verdecia (2012), para que la planta de soya transite de su fase vegetativa a la fase reproductiva, es necesario que la duración del día sea más corta que su fotoperiodo crítico (período de luz más largo bajo el cual la planta puede florecer).

Fase reproductiva

El análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas entre los cultivares durante todas las etapas correspondientes a la

Tabla 2. Días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de cada etapa en la fase vegetativa en cinco cultivares de soya

Variedades	Emergencia	Fase			
		Cotiledonar	1er nudo	2do nudo	3er nudo
Júpiter	5,1	8,1	14,0 a	18,4 a	21,3
Incasoy-36	5,3	8,4	12,7 ab	16,7 b	19,9
Inifat-120	5,5	8,5	12,7 b	16,7 b	20,0
Foscarin	5,5	8,6	13,5 ab	17,4 ab	20,2
FT-2	5,8	8,8	13,0 ab	17,5 ab	20,8
EE (±)	0,1 ns	0,1 ns	0,1	0,2	0,2 ns

Medias con letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas para $p \leq 0,05$

Tabla 3. Días transcurridos desde el cuarto al octavo nudo en la fase vegetativa de los cinco cultivares de soya

Variedades	4to nudo	5to nudo	6to nudo	7mo nudo	8vo nudo
Júpiter	27,5 a	30,2	34,2	37,0	40,1
Incasoy-36	24,8 ab	28,7	33,0	36,8	39,7
Inifat-120	24,3 b	28,2	31,1	35,2	38,3
Foscarin	24,5 b	29,0	32,2	35,5	39,3
FT-2	24,6 b	28,7	32,2	34,8	38,3
EE (±)	0,3	0,2 ns	0,3 ns	0,3 ns	0,4 ns

Medias con letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas para $p \leq 0,05$

fase reproductiva, lo cual indica las diferentes respuestas manifestadas por los genotipos evaluados (Tabla 4). El tiempo transcurrido desde la siembra hasta el comienzo de la floración osciló entre 35,9 y 47,2 días como promedio, destacándose los cultivares Incasoy-36, Inifat-120 y FT-2, pero sin diferencias significativas entre ellos.

Los días transcurridos desde la siembra hasta el comienzo de la floración, en Foscarin y FT-2 tienen similitud con los obtenidos por (Maceo y Lescay, 2013). Sin embargo, los valores referidos por estos autores para los cultivares Inifat-120 y Júpiter en las condiciones indicadas, fueron muy superiores, con valores de 60,5 y 53,9 días, respectivamente.

Los mayores valores en la aparición de la plena floración se observaron en Incasoy-36 e Inifat-120, sin diferencia significativa entre ellos, pero si respecto al resto de los cultivares. Alemán y col. (2005) consideran que la floración transcurre en un período entre 38 y 43 días, dependiendo de la variedad. Igualmente, Fundora y col. (2005) expresan que en el occidente del país son considerados como precoces, los cultivares que presentan un período hasta la floración masiva entre 36 y 46 días, y los que tardaron más de 46 días para florecer, se consideran como tardíos.

La plena fructificación ocurrió entre los 46,9 y 62 días como promedio después de la siembra. Inifat-120 y FT-2, sin diferencia entre ellos,

Tabla 4. Días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de las diferentes etapas de la fase reproductiva en cinco cultivares de soya

Cultivares	CF	PF	CFr	PFr	CFS	TMS	CM	PM
Júpiter	35,9b	39,9c	47,2c	51,3c	56,2d	62,0c	85,9bc	90,5b
Incasoy-36	45,3a	49,9a	57,7a	62,0a	67,0a	73,3a	89,9abc	95,7a
Inifat-120	47,2a	50,1a	56,4ab	59,7b	65,8b	73,0a	91,7ab	97,0a
Foscarin	36,1b	38,2d	44,8d	46,9d	52,0e	62,0c	84,0 c	86,9b
FT-2	45,5a	48,2b	55,8b	58,5b	62,0c	69,0b	94,1 a	97,3a
EE (±)	0,47	0,15	0,16	0,16	0,09	0,07	0,57	0,49

CF: comienzo de la floración, PF: plena floración, CFr: comienzo de la fructificación, PFr: plena fructificación, CFS: comienzo de formación de la semilla, TMS: tamaño máximo de la semilla, CM: comienzo de la madurez, PM: plena madurez

Medias con letras iguales en la misma columna no muestran diferencias significativas para $p \leq 0,05$

superaron estadísticamente a Júpiter y Foscarin. Asimismo, el comienzo de la formación de semilla se registró entre los 52 y 67 días después de la siembra, resultando Foscarin el cultivar más precoz e Incasoy-36, el más tardío.

La acumulación de materia seca en la semilla de soya comienza con un corto período de crecimiento exponencial seguido de una fase lineal, a partir del comienzo de formación de la semilla, en la cual se produce la mayor parte de la acumulación de la materia seca de la semilla y, por último, un período relativamente breve con baja tasa de crecimiento, hasta alcanzar la madurez. Durante la fase lineal (período comienzo de formación de la semilla), la tasa de crecimiento de la semilla (TCS) generalmente se mantiene constante, ya que los compuestos de reserva almacenados en los tejidos vegetativos amortiguan reducciones transitorias en el suministro de asimilados. La

TCS varía entre genotipos, lo que coincide con resultados obtenidos por Baigorri y col. (2010).

La madurez comienza a partir de los 84 días hasta los 94,2 días después de la siembra. Solo se detectó diferencias entre el cultivar FT-2 respecto a Júpiter y Foscarin, quienes tampoco difirieron entre sí. En la plena madurez no hubo diferencias significativas entre Incasoy-36, Inifat-120 y FT-2.

Rendimiento

El rendimiento agrícola obtenido en el cultivar FT-2 (2,2 t ha⁻¹) superó significativamente al de los otros cultivares, quienes expresaron valores entre 1,6 y 1,9 t ha⁻¹, sin diferencias significativas entre ellos (Figura). Estos resultados tienen relación con los obtenidos por Maceo y Lescay (2013), quienes expresaron que el cultivar FT-2 produce 2,9 t ha⁻¹, mientras Júpiter e Inifat-120 alcanzan valores de 1,8 y 1,9 t ha⁻¹, respectivamente.

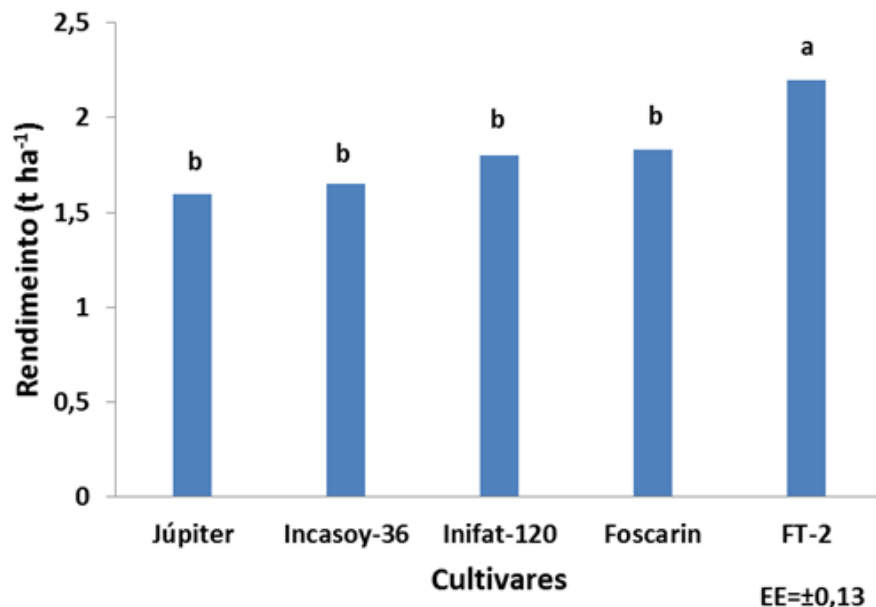


Figura. Rendimiento de cinco cultivares de soya

Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas para $p \leq 0,05$

CONCLUSIONES

La duración de la fase vegetativa mostró un comportamiento similar en los cultivares evaluados, con valores entre 38 y 40 días.

Las fases reproductivas tuvieron una duración entre 50 y 56 días, destacándose las variedades Incasoy-36 y Foscarin como las más precoces.

El cultivar FT-2 tuvo el mayor rendimiento agrícola (2,2 t ha⁻¹).

BIBLIOGRAFÍA

- ALEMÁN, R., CHACÓN, A., BARREDA, A., FLEITES, A., QUIÑONES, R. (*et al.*). 2005. Estudio de nuevas variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en siembras de invierno en Suelos pardos con carbonatos. *Centro Agrícola*, 32 (2): 35-39.
- BAIGORRI, H., BODRERO, M., MORANDI, E., MARTIGNONE, R., ANDRADE, F. (*et al.*). 2010.

- El cultivo de la Soya en Argentina*. Capítulo 2, Ecofisiología del cultivo. INTA.
- CARRASCO, D. H. 2010. Nuevas Variedades de Soya para la Agricultura Cubana. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba.
- CHACÓN, A., ALEMÁN, R., BARREDA, A., COLÁS, A., RODRÍGUEZ, G. y CARDOSO, S. 2009. Influencia de la época de siembra sobre el crecimiento y desarrollo de tres cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merr.). *Centro Agrícola*, 36 (1): 33-39.
- ESQUIVEL, M. A. 1997. El cultivo de la soya en Cuba. Manual Técnico. Agro Acción Alemana (AAA) y Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA), Holguín, Cuba, 100 p.
- FAO. 2009. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Océano. Barcelona, España. 1032 p.
- FEHR, W. P. and CAVINESS, C.E. 1977. Stages of soybean development. Ames, IA: Agriculture and Home Economics Experiment Station and Cooperative Extension Service, Iowa State University, EE.UU. *Special Report* 80. 11 p.
- FUNDORA, Z., SÁNCHEZ, Y., FRESNEDA, J., GONZÁLEZ, M. (et al.). 2005. Estabilidad de variedades promisorias de soya (*Glycine max* L. Merr.). *Revista Agrotecnia de Cuba*, (especial): 1-19.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D. y RIVERO, L. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. *Agroinfor*, La Habana, Cuba. 64 p.
- SAMUELS, W. y REYES, G. 2011. Determinación de la Interacción Genotipo-Ambiente de variedades de Soya. Instituto Politécnico Agropecuario "Amistad Cuba-Corea". Isla de la Juventud, Cuba.
- MACEO, L. 2013. Evaluación morfoagronómica en variedades de soya (*Glycine max* L. Merr.) en época de invierno en el municipio Bayamo. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma, Cuba, 60 p.
- MEDEROS, C., A. CRESPO, G. HERNÁNDEZ y J.L. PILOTO. 2009. Tecnologías y procedimientos para la crianza porcina con alimentos nacionales. Ediciones CITMA. La Habana, Cuba, 147 p.
- RIQUENES, E. C. y VERDECIA, P. 2012. Comportamiento de ocho variedades de soya *Glycine max* L. Merrill en condiciones de premontaña en el municipio Guisa. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. UDG, Granma, Cuba, 56 p.
- STAT SOFT, Inc. 2009. STATISTICA for Windows. Release 8.0. User's guide. Tulsa, Oklahoma. EE.UU.

Recibido el 26 de diciembre de 2014 y aceptado el 14 de febrero de 2018