

Artículo original

Fases fenológicas y componentes del rendimiento en nueve cultivares de soya (*Glycine max* L.) en la provincia Granma

Dariel Molinet-Salas^{1*} 

Elio Lescay-Batista¹ 

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", carretera Bayamo a Manzanillo km 16 ½, Peralejo, Bayamo, Granma, Cuba

*Autor para correspondencia: dariel@dimitrov.cu

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las fases fenológicas y componentes del rendimiento en nueve cultivares de soya, en la época poco lluviosa, sobre un suelo fluvisol mullido, se desarrolló una investigación en áreas de la Estación Experimental Agrícola de "Jucaibama", perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", ubicada en la carretera Bayamo-Mabay km 13½, municipio Bayamo, provincia Granma. La siembra se realizó en el mes de diciembre del año 2016, con un marco de siembra de 0,70 m entre surcos y 0,05 m entre plantas, en parcelas de cuatro surcos de cinco metros de largo, para un área total de 14 m², en un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas. Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la comparación múltiple de medias se ejecutó mediante la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$. Se observaron diferentes respuestas entre variedades en todas las variables evaluadas, excepto en la plena madurez fisiológica. Las variedades Vencedor y Brillante expresaron rendimientos de 1,86 y 1,85 t ha⁻¹, respectivamente, sin diferencias significativas con las variedades IS-24, IS-1, IS-36, William-82 e IS-27, que mostraron rendimientos entre 1,46 y 1,67 t ha⁻¹.

Palabras clave: fases, floración, fructificación, madurez, variables

Recibido: 17/03/2020

Aceptado: 05/04/2021

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad, se cultiva en las zonas tropicales, subtropicales y templadas ⁽¹⁾. Su fenología, desarrollo del área foliar y la acumulación de materia seca, están muy relacionados con el comportamiento de los factores ambientales ⁽²⁾.

La fenología es la ciencia que estudia las fases del ciclo vital de los seres vivos y se basa en la observación periódica del entorno y sus especies. Se anotan las fechas en que se producen los cambios en los ciclos biológicos (fenofases) ⁽³⁾.

El estudio sobre el comportamiento fenológico se encuentra entre los más importantes, porque resulta de gran utilidad para el desarrollo de las actividades fitotécnicas, ya que se conoce la mejor época para abonar, para regar, para realizar las podas, etc. Además, permite prevenir las plagas y enfermedades. Hay épocas del año donde las plagas de insectos están más activas y se reproducen más rápidamente. Sabiendo esto se pueden comenzar a realizar técnicas de prevención cuando se acerque la época de más actividad de los insectos ⁽⁴⁾.

Las leguminosas constituyen un reglón de importancia agrícola a escala mundial y dentro de ellas se destaca la soya (*Glycine max* L.), por ser un alimento con alto contenido proteico y oligosacáridos, alta concentración de ácidos grasos insaturados, altos niveles de vitamina E, lecitina y otros compuestos, utilizada universalmente en la dieta humana y animal ⁽⁵⁾.

En Cuba se desarrollan acciones muy importantes para desarrollar el cultivo de la soya a todos los niveles, para lo cual es fundamental la búsqueda de variedades y tecnologías apropiadas para las diferentes épocas del año ⁽⁶⁾.

Atendiendo a lo expresado anteriormente, el objetivo de este trabajo fue evaluar las fases fenológicas y componentes del rendimiento en nueve cultivares de soya en la época poco lluviosa sobre un suelo fluvisol mullido ⁽⁷⁾, en la provincia Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la época poco lluviosa, en el periodo 2016–2017 sobre un suelo Fluvisol mullido ⁽⁷⁾, en áreas de la Estación Experimental Agrícola de “Jucaibama” del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, ubicada en la carretera Bayamo-Mabay km 13½, Bayamo, provincia Granma.

Las principales características químicas del suelo del área experimental se determinaron en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Granma (Tabla 1). Se determinaron a través de las técnicas descritas por el Ministerio de la Agricultura (1985), citadas por otros autores ⁽⁸⁾.

Tabla 1. Características químicas del suelo

Profundidad (cm)	pH		MO (%)	P ₂ O ₅ Mg 100 g de suelo ⁻¹	K ₂ O	Cationes intercambiables				T CCC
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg	Na	K	
0-20	6,43	4,98	3,27	3,82	16,87	13,33	5,20	0,22	0,31	19,27

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados, el pH se presenta como ligeramente ácido, mediano contenido de materia orgánica, muy bajo contenido de P₂O₅ y mediano contenido de K₂O.

Los datos de las principales variables climáticas, durante el período en que se desarrolló el experimento, fueron obtenidos del registro de la Estación Meteorológica de la Delegación del CITMA en Granma, perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, los cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Comportamiento de los principales factores climáticos durante el período experimental

Año	Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitaciones (mm)
		Máxima	Mínima	Media		
2016-2017	Diciembre	36,3	18,1	25,2	87,1	84,2
	Enero	35,2	15,9	24,6	100	6,3
	Febrero	35,8	14,3	23,5	100	87,3
	Marzo	37,4	14,2	25,7	100	47,2

Fuente. CITMA, 2017

La preparación del suelo se realizó con tracción animal. La fertilización fue orgánica con estiércol ovino bien descompuesto, aplicada de forma manual en el fondo del surco en el momento de la siembra, a razón de 5 t ha⁻¹.

Los cultivares evaluados fueron: IS-1, IS-24, IS-27, IS-36, Brillante, Duokrop, DT-99, Vencedor y William-82, debido a que no habían sido estudiados en la época poco lluviosa en este territorio. Estas se sembraron en el mes de diciembre del año 2016, con un marco de siembra de 0,70 m entre surcos y 0,05 m entre plantas, en parcelas de cuatro surcos de

cinco metros de largo, para un área total de 14 m², en un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas.

Se realizaron cuatro riegos: en el momento de la siembra, después de la emergencia de las plantas, en la floración y en la fructificación. El control de malezas se realizó de forma manual con azada, manteniendo el experimento libre de plantas indeseables, durante su ejecución. El resto de las atenciones culturales se realizaron según el manejo agrotécnico del cultivo de la soya ⁽⁹⁾.

Se evaluaron las variables siguientes, según los descriptores morfoagronómicos ⁽¹⁰⁾.

Comienzo de la floración (días): días transcurridos desde la emergencia hasta que el 50 % de las plantas tuvieran al menos una flor abierta.

Plena floración (días): se observa una flor abierta en uno de los nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas.

Comienzo de la fructificación (días): una vaina de 5 mm de largo en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal y con hoja totalmente desplegada.

Plena fructificación (días): vaina de 2 cm de largo en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal, con una hoja totalmente desplegada.

Comienzo de formación de semilla (días): semilla de 3 mm de largo en una vaina en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal, con una hoja totalmente desplegada.

Tamaño máximo de semilla (días): la vaina con semillas verdes que llenan completamente la cavidad del fruto, en alguno de los cuatro nudos superiores del tallo principal, con una hoja totalmente desplegada.

Comienzo de la maduración (días): alguna vaina normal sobre el tallo principal ha alcanzado su color típico de madurez.

Plena madurez (días): 95 % de vaina con color típico de madurez.

Rendimiento (tha⁻¹): se calculó sobre la base del peso de las semillas de las plantas situadas en el área de cálculo de cada surco, cuando éstas tenían alrededor de 14 % de humedad.

Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la comparación múltiple de medias se ejecutó mediante la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 3. El comienzo de la floración se presentó entre los 29 y 36 días después de la emergencia. Se destacaron como

las más precoces las variedades Brillante, IS-27, IS-1, DT-99 y William-92, sin diferencias significativas con las variedades IS-24 y Duokrop. La más tardía resultó ser la variedad IS-36, sin diferencias estadísticas con las variedades IS-24, Duokrop y Vencedor.

Tabla 3. Comportamiento de fases fenológicas en nueve cultivares de soya en la época poco lluviosa sobre un suelo Fluvisol en la provincia Granma

Variedad	CF	FP	CFr	PFr	CFS	TMS	CMF
IS-1	29 c	31 c	33 b	41 cde	43 d	55 bc	72 d
IS-24	32 abc	34 bc	38 b	47 ab	50 b	66a	78 bc
IS-27	29 c	31 c	35 b	43 abcd	48 c	61 ab	77 c
IS-36	36a	38a	46a	49a	55a	66a	80 ab
Brillante	29 c	32 c	38 b	44 abc	48 c	62 ab	83a
Duokrop	31 abc	35 bc	39 b	43 bcde	47 c	58 abc	82 ab
DT-99	29 c	32 c	35 b	38 cdef	43 d	55 bc	61f
Vencedor	34 ab	37 ab	45 a	37 ef	43 d	55 bc	81 ab
William-82	30 c	32 c	37 b	36 f	42 d	50 c	82 a
Esx	0,43	0,29	0,40	0,38	0,11	0,61	0,05

Var: Variedades, CF: Comienzo de la floración, FP: Plena floración, CFr: Comienzo de la fructificación, PFr: Plena fructificación, CFS: Comienzo de la formación de la semilla, TMS: Tamaño máximo de las semillas, CMF: Comienzo de la madurez fisiológica

El valor expresado por la variedad IS-1 presenta cierta similitud con los obtenidos por otros autores ⁽¹¹⁾, quienes en la caracterización de esta variedad en época de primavera, en la región occidental del país, refirieron que el comienzo de la floración se produjo a los 29 días después de la siembra. Sin embargo, el valor alcanzado por la variedad IS-36 discrepa del obtenido en otra investigación, donde inició su floración a los 45 días después de la siembra, en época lluviosa en el municipio Cauto Cristo ⁽¹²⁾, lo cual puede deberse a una interacción de este genotipo con el ambiente.

También se observa que el inicio de la floración en la variedad DT-99, en esta experiencia, no coincide con resultados donde se registraron 33 días en la aparición de esta fase en esta variedad, en una evaluación realizada en época de primavera en el centro del país ⁽¹³⁾, esto pudo deberse a las diferencias en las condiciones edafoclimáticas donde se realizaron dichos estudios.

La floración plena apareció entre los 31 y 38 días después de la emergencia de las plantas. La variedad IS-36 fue la que más demoró en alcanzar dicha fase, sin diferencia significativa con la variedad Vencedor. Esta última no mostró diferencias significativas con las variedades IS-24 y Duokrop. Las variedades Brillante, IS-27, IS-1, DT-99 y

William-82 fueron las más precoces, sin diferencias significativas con las variedades IS-24 y Duokrop.

Los días a la floración, expresados por las variedades objeto de estudio, son similares a los obtenidos en un experimento con cinco variedades en época de primavera, en el occidente del país, donde se registraron valores entre 33 y 40 días, después de la siembra ⁽¹³⁾.

El comportamiento de la variedad IS-36, tanto en el comienzo como en la plena floración, tiene coincidencia con lo referido en una investigación desarrollada sobre un suelo fluvisol, en época lluviosa, en el municipio Cauto Cristo, donde encontraron que esta variedad estuvo entre las más tardías ⁽¹²⁾.

El comienzo de fructificación se observó entre los 33 y 46 días después de la emergencia. Las variedades IS-36 y Vencedor fueron las más tardías al superar significativamente al resto de las variedades, las cuales a su vez no mostraron diferencias significativas entre ellas.

La aparición de las flores y frutos se producen en un amplio rango de temperatura, pero las mejores ocurren cuando la temperatura del aire es de 23 °C (14). Durante la ejecución del experimento, la temperatura fue de 24,8 °C (Tabla 2), lo cual indica que no fueron favorables para el cultivo. Sin embargo, aunque se hicieron solo cuatro riegos en los momentos críticos, se produjo un promedio mensual de 56 mm de lluvia, lo cual contribuyó a satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo.

Entre los 35 y 49 días después de la emergencia, se observó la presencia de fructificación plena en las variedades evaluadas. La variedad IS-36 fue la que más demoró en alcanzar esta fase, con un valor promedio de 49 días, sin diferencias significativas con las variedades IS-24, Brillante e IS-27.

La variedad IS-24 no mostró diferencias significativas con las variedades Brillante, IS-27 y Duokrop, pero fue superior al resto de las variedades. La variedad William-82 fue la más temprana sin diferencias estadísticas con las variedades DT-99 y Vencedor.

El valor expresado por la variedad IS-36 es inferior al referido en un estudio realizado en esta variedad, en la zona del municipio Cauto Cristo en época de verano, donde se registró un promedio de 62 días ⁽¹⁵⁾.

El comienzo de formación de las semillas se observó entre los 42 y 55 días después de la emergencia de las semillas. Las variedades más precoces fueron IS-1, DT-99, Vencedor y William-82, sin diferencias significativas entre ellas, difirieron estadísticamente del resto de las variedades.

Le siguen las variedades Brillante, IS-27 y Duokrop, las cuales no difieren entre sí, pero fueron superadas estadísticamente por las variedades IS-36 e IS-24. Estas dos últimas resultaron ser las más tardías, con diferencias significativas entre ellas.

Esta fase es muy importante, pues Cualquier condición climática adversa sobre este estado, determina una disminución en el rendimiento proporcional al daño causado. Lo mismo ocurre en el caso de ataques llevados a cabo por parásitos, tanto de origen animal como vegetal ⁽¹⁶⁾. El tamaño máximo de las semillas se presentó en el periodo comprendido entre los 50 y 66 días después de la emergencia. Los mayores valores correspondieron a las variedades IS-36 e IS-24, sin diferencias significativas con las variedades Brillante, IS-27 y Duokrop y el menor valor lo expresó la variedad William-82, sin diferencias estadísticas con las variedades Duokrop, IS-1, DT-99 y Vencedor.

Normalmente el llenado de los granos es la fase más sensible de la planta, en lo que respecta a su relación con los elementos del medio ambiente, por lo que cualquier estrés que ocurra en esta fase, afectará directamente la producción de granos ⁽¹⁷⁾.

En cuanto al comienzo de la madurez, las variedades que demoraron más en alcanzar esta fase fueron Brillante y William, con valores de 83 y 82 días, respectivamente, sin diferencias significativas con las variedades IS-36, Duokrop y Vencedor. Estas dos últimas tampoco difirieron estadísticamente de la IS-24. La más precoz, en esta fase, fue la variedad DT-99, seguida por las variedades IS-1 e IS-27, con valores promedio de 61, 72 y 77 días después de la siembra, respectivamente. Esta última sin diferencia significativa con la variedad IS-24.

Todas las variedades evaluadas mostraron rendimientos superiores a 1 t ha^{-1} (Figura 1), observándose superioridad estadística en las variedades Brillante, IS-27 y Vencedor sobre las variedades Duokrop y DT-99. Esta última también fue superada por las variedades IS-36 y William-82.

La variabilidad de los rendimientos está muy relacionada al papel que juegan las condiciones meteorológicas en la definición de estos indicadores para un cultivar determinado; por ello, resulta de suma importancia el estudio del comportamiento del rendimiento de diferentes cultivares de soya, para determinadas condiciones ambientales ⁽⁴⁾.

Los rendimientos alcanzados por las variedades Duokrop e IS-1 fueron inferiores a los logrados en la época de frío en condiciones de la pre-montaña del municipio Guisa, donde alcanzaron valores superiores a $2,65 \text{ t ha}^{-1}$ ⁽¹⁷⁾.

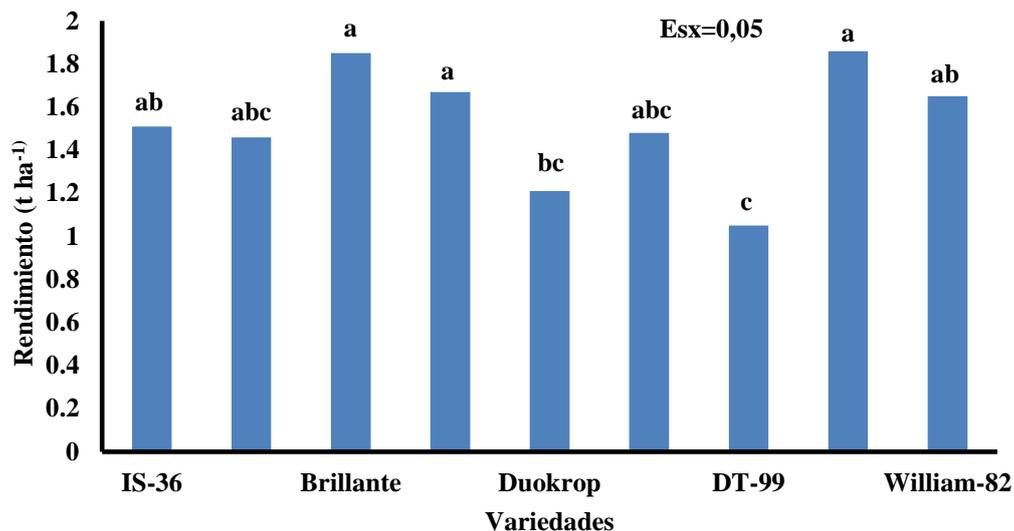


Figura 1. Comportamiento del rendimiento de variedades de soya en un suelo Fluvisol mullido en la época poco lluviosa en la provincia Granma

Los valores expresados por las variedades IS-24, IS-27 e IS-1, en un experimento desarrollado en el periodo de enero–abril en la Finca “La Victoria”, en Santiago de Cuba, fueron de 0,97; 1,05 y 1,08 t ha⁻¹, respectivamente ⁽¹⁸⁾. Sin embargo, el rendimiento referido en la variedad IS-36 en las mismas condiciones experimentales fue de 1,74 t ha⁻¹, superior al alcanzado en esta investigación, lo cual puede deberse a la capacidad que tienen la mayoría de las plantas de expresar respuestas diferentes en condiciones edafoclimáticas diferentes.

Aunque las variedades Vencedor y Brillante expresaron rendimientos de 1,86 y 1,5 t ha⁻¹ respectivamente, son inferiores a los alcanzados por las variedades FT-2, Conquista, Inifat-382 e Incasoy-35 en un experimento desarrollado en el municipio Bayamo en época poco lluviosa, en un suelo Vertisol donde superaron 2 t ha⁻¹ ⁽¹⁹⁾.

CONCLUSIONES

- El cultivar IS-36 resultó ser el más tardío, mientras que DT-99 respondió como el más precoz.
- Los cultivares Vencedor y Brillante expresaron rendimientos de 1,86 y 1,5 t ha⁻¹, sin diferencias significativas con las variedades IS-36, IS-24, IS-27, IS-1 y William-82.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez Machado R, Travieso Torres M, Tamayo López LA, Pupo Blanco YG. Aplicación de humus de lombriz y *Bradyrhizobium japonicum* en *Glycine max* (L.) Merrill. Centro Agrícola. 2017;44(3):65–70.
2. Hernández Avera Y, Soto Pérez N, Florido Bacallao M, Delgado Abad C, Ortiz Pérez R, Enríquez Obregón G. Evaluación de la tolerancia a la salinidad bajo condiciones controladas de nueve cultivares cubanos de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). Cultivos Tropicales. 2015;36(4):120–5.
3. Fundación Española de Ciencia y Tecnología. ¿Qué es la fenología? [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 27]. Available from: <http://www.fenodato.net/fenologia/>
4. Portillo G. Fenología: Qué es, características e importancia de este fenómeno [Internet]. 2018 [cited 27/04/2021]. Available from: <https://www.meteorologiaenred.com/fenologia.html>
5. Rodríguez-Hernández MG, Hernández-Ochandía D, Miranda-Cabrera I, Delgado-Oramas BP, Castro-Lizazo I, Moreno-León E, et al. Resistencia del genotipo INCASoy-36 (*Glycine max* (L.) Merrill.) A población cubana de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. Cultivos Tropicales. 2018;39(4):60–5.
6. Meriño Hernández Y, Boicet Fabrè T, González Gómez G, Boudet Antomarchi A, Gómez Masjuan Y, Bázaga Toledo O. Respuesta productiva del cultivo de la Soya (*Glycine max* [L.] Merrill) a la aplicación de diferentes dosis de FitoMás–E. Centro Agrícola. 2015;42(2):65–70.
7. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Castro Speck N. Clasificación de los suelos de Cuba. 1st ed. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
8. Travieso Torres MG, Lambert García T, Pupo Blanco YG, Tamayo López LA, Gómez Machado R, Galindo Jaguaco WR, et al. Respuesta productiva de *Glycine max* a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelo Pardo Sialítico. Centro Agrícola. 2018;45(3):37–43.
9. Bello R, Hernández G. Generalidades sobre el manejo del cultivo de la soya (*Glycine max* L Merrill.). Boletín Técnico Porcino. 2010;(14):20.
10. FAO/IPGRI. Genebank standards [Internet]. 1st ed. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Plant Genetic Resources

- Institute; 1994. 17 p. Available from: http://qrgj.org/wp-content/uploads/2015/11/Genebank_standards_1994..pdf
11. Ponce M, Ortiz R, De la Fé C. Incasoy-1: variedad de soya (*Glycine max* L. Merrill) para usos múltiples. *Cultivos Tropicales*. 2007;28(1):57–8.
 12. Lescay Batista E, Vázquez Ramírez Y, Celeiro Rodríguez F. Características fenológicas y productivas de cinco cultivares de soya en época lluviosa. *Centro Agrícola*. 2018;45(2):34–9.
 13. Ramírez López M, Castro Sánchez L, Guirola Alfonso A. Evaluación del comportamiento productivo de cinco variedades de soya vietnamita en la CCS Juan de Matas Reyes perteneciente al municipio de Pedro Betancourt. Matanzas, Cuba: Universidad Camilo Cienfuegos; 2013 p. 7.
 14. Cabrera Lejardi M, Cristobal Suárez R, Álvarez Lanzarote I. Eficiencia del uso del agua y su relación con los rendimientos en la variedad de soya G7R-315. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*. 2002;(332):83–8.
 15. Vaillant Y, Lescay Batista E. Caracterización fenológica y rendimiento en variedades de soya (*Glycine max* (L) Merrill) en verano en el municipio Cauto Cristo [Grado]. [Granma, Cuba]: Universidad de Granma; 2014. 33 p.
 16. Climatología y Fenología Agrícola [Internet]. Curso virtual presented at; 2019 [cited 27/04/2021]; La Plata, Argentina. Available from: <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/course/view.php?id=13>
 17. Riquenes EC, Verdecia P. Comportamiento de ocho variedades de soya *Glycine max* L. Merrill en condiciones de premontaña en el municipio Guisa [Grado]. [Granma, Cuba]: Universidad de Granma; 2012. 42 p.
 18. Nápoles Vinent S, Reynaldo Escobar IM, Lamz Piedra A. Comportamiento de 5 variedades de soya (*Glycine max* (L.) merrill) en las condiciones del municipio Santiago de Cuba. In Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2014. p. 1–7.
 19. Maceo Y, Lescay Batista E, Celeiro Rodríguez F. Caracterización morfoagronómica en variedades de soya (*Glycine max* L. Merr.) en época de invierno en el municipio Bayamo. In Bayamo, Cuba; 2015. p. 21.