

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí - sorgo

Fresh biomass and dry matter accumulation per plant in the cowpea – sorghum intercrop

Diana González Aguiar¹, Ubaldo Álvarez Hernández¹, Raciél Lima Orozco²

¹ Departamento de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV. Carretera a Camajuani km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

² Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV. Carretera a Camajuani km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

E-mail: digaguiar@uclv.cu

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí – sorgo, se desarrolló una investigación en la finca de autoconsumo "Día y Noche", de la Unidad Básica de Producción Cooperativa "28 de octubre", municipio Santa Clara, provincia Villa Clara, Cuba, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado. Los dos arreglos espaciales utilizados consistieron en una hilera de sorgo y dos de caupí; una hilera de sorgo y tres de caupí. Además, se evaluaron los respectivos monocultivos de caupí y sorgo. Para la determinación de la biomasa fresca y materia seca por planta fue cosechada una muestra de 15 plantas por tratamiento. Los valores máximos de biomasa fresca y materia seca se observaron en los tratamientos de una hilera de sorgo por dos de caupí y el monocultivo de sorgo, con 227 g, 47 g para el caupí y 241,4 g; 110 g para el sorgo respectivamente.

Palabras clave: monocultivo, *Vigna unguiculata*, *Sorghum bicolor*, cultivo intercalado

ABSTRACT

With the objective to assess the fresh biomass and dry matter accumulation per plant in cowpea – sorghum intercropping, a field experiment was carried out in the farm of self-consumption "Día y Noche", at the Basic Unit of Cooperative Production "28 de Octubre", Santa Clara municipality, Villa Clara province, Cuba, on a Cambisol soil. The two spatial arrangements consisted on one sorghum row and two cowpea rows; one sorghum row and three cowpea rows. Also, the respective cowpea and sorghum monocultures were evaluated. For determining fresh biomass and dry matter accumulation per plant, 15 plants per treatment were harvested. The maximum values in fresh biomass and dry matter accumulation were observed in one sorghum row and two cowpea, and sorghum monoculture treatments, with 227 g, 47 g for cowpea and 241.4 g, 110 g for sorghum respectively.

Keywords: monoculture, *Vigna unguiculata*, *Sorghum bicolor*, intercropping

INTRODUCCIÓN

El cultivo intercalado es la definición más común de policultivo. Estos son agroecosistemas en los cuales dos o más especies vegetales se plantan con suficiente proximidad espacial, para dar como resultado una competencia inter-específica y/o complementación (Altieri, 1982; Mojena y Cruz, 1998; Funes-Monzote, 2009).

En general, los programas de investigación del país durante las últimas décadas no han profundizado en el estudio de estos sistemas; sin embargo, por la importancia que han adquirido, es preciso que se incremente el número de investigaciones sobre la temática, fundamentalmente sobre la combinación de leguminosas como el caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), y gramíneas como el sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), aprovechando de esta manera los efectos benéficos de la leguminosa sobre el suelo. Un reporte anterior mostró el potencial del ensilaje sorgo – soya (*Glycine max* (L.) Merr.), como alimento para rumiantes (Lima-Orozco *et al.*, 2011). Sin embargo, otras leguminosas pueden estar mejor adaptadas a las condiciones tropicales, por ejemplo, el caupí en combinación con el sorgo.

De lo anterior se evidencia que aún existe insuficiente información sobre la producción de biomasa y materia seca de la combinación del caupí (especie leguminosa *Fabaceae*), con el sorgo (especie gramínea *Poaceae*). De lo cual se deriva que la estrategia con importancia en la actualidad, especialmente para áreas tropicales, donde las gramíneas presentan deficiencias importantes de nitrógeno y/o carbohidratos solubles, consiste en la mezcla de gramíneas y leguminosas, aprovechando de esta manera los efectos benéficos de las últimas mencionadas, sobre el suelo y su contribución al nivel de nitrógeno en la dieta respectiva.

El caupí tiene alta producción de biomasa entre los dos y cuatro meses después de la siembra; aunque eso depende del tipo de suelo, de la competencia con arvenses y del cultivar, pero se puede producir de 3 a 8 t MS ha⁻¹ y de 0,5 a 3 t de granos, en igual tiempo (Peters *et al.*, 2011). Según Carvalho *et al.* (1992) de las fracciones de la planta de sorgo, el tallo es la porción que menos contribuye para la elevación del contenido de materia seca, seguido por las hojas y la panoja, esta última permite elevadas ganancias de materia seca en un período corto. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la acumulación de

biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí – sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló entre enero y junio de 2014 en la finca de autoconsumo “Día y Noche” perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “28 de octubre”. Esta unidad geográficamente se localiza en el municipio Santa Clara, provincia Villa Clara. Para el montaje del experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro réplicas. Cada parcela experimental contó con un área de 28 m² y surcos de 5 m de longitud. El cultivar de caupí utilizado pertenece a la colección del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) aún en investigación. El cultivar de sorgo forrajero utilizado fue UDG-110. La siembra se efectuó durante el periodo poco lluvioso comprendido, de forma manual, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado, según la versión de clasificación de los suelos de Cuba de Hernández *et al.* (1999) y no se aplicó riego. Los cuatro tratamientos utilizados consistieron en dos arreglos espaciales y los respectivos monocultivos:

1. Una hilera de sorgo y dos hileras de caupí (S-2Cs)
2. Una hilera de sorgo y tres hileras de caupí (S-3Cs)
3. Caupí monocultivo (CM)
4. Sorgo monocultivo (SM)

Por cada parcela se utilizaron tres surcos de sorgo con cuatro y seis de caupí para los tratamientos S-2Cs y S-3Cs respectivamente. En los arreglos espaciales la hilera de sorgo fue sembrada a una distancia entre plantas de 0,10 m y separado a 0,70 m de la primera hilera del caupí, el cual se sembró con un marco de 0,70 x 0,10 m, obteniéndose una densidad por parcela en S-2Cs de 110 plantas de sorgo y 220 de caupí, mientras que para S-3Cs esta densidad fue de 165 plantas de sorgo y 330 de caupí. En los dos monocultivos se utilizó un marco de 0,70 x 0,10 m para una densidad poblacional de 400 plantas por parcela.

La cosecha de ambos cultivos se realizó 115 días posteriores a la siembra. La altura de corte al sorgo fue de 35 cm sobre el nivel del suelo. Para la determinación de la materia fresca y seca se cosechó de cada parcela y cultivo, una muestra de 15 plantas

en los arreglos espaciales y sus respectivos monocultivos. Las muestras se trasladaron hacia el laboratorio de bromatología del CIAP.

Para la materia fresca se pesaron los diferentes órganos de la planta por separado en una balanza analítica (PF) y después fueron colocados en una estufa MERMERT con tiro forzado de aire a 65 °C, hasta peso constante.

1. Biomasa fresca y materia seca del tallo (BFT, MST)
2. Biomasa fresca y materia seca de la hoja (BFH, MSH)
3. Biomasa fresca y materia seca del fruto (BFF, MSF)

Para el análisis estadístico se aplicaron análisis de varianza simple complementándose con la comparación de medias mediante la prueba de Duncan, del paquete estadístico *STATGRAPHICS CENTURION XV-II del 2006*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La importancia del análisis del peso fresco en los cultivos radica en la determinación cuantitativa del contenido de agua presente. Al respecto, el cultivo del caupí tuvo un patrón similar en la acumulación de biomasa fresca de hojas (BFH) y tallos (BFT), observándose que los máximos valores correspondieron al tratamiento S-2Cs, el cual mostró diferencias estadísticas respecto a los tratamientos CM y S-3Cs. Sin embargo, en la acumulación de biomasa fresca de frutos (BFF), los menores valores correspondieron a S-2Cs, no obstante, no se observaron diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos, aunque sí numéricas. En los indicadores BFT y BFF se observaron los mayores coeficientes de

variación (CV), con valores por encima del 34 % (Tabla 1).

Por otra parte, en el crecimiento de un cultivo tienen lugar cambios cuantitativos que, entre otros factores, incluye el aumento del peso seco de los diferentes órganos de la planta. En este caso, también hubo un patrón similar a la acumulación de materia seca en tallo (MST) y hojas (MSH), donde los máximos valores correspondieron al tratamiento S-2Cs (no mostró diferencias estadísticas con el tratamiento CM, pero sí con el S-3Cs). En cuanto a la MSF no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos.

El análisis de la acumulación de biomasa fresca en el cultivo del sorgo muestra que la BFT del tratamiento SM alcanza los máximos valores y muestra diferencias estadísticas respecto a los otros dos. Sin embargo, la acumulación de biomasa fresca en los otros órganos (BFH, BFF) no demostró la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados (Tabla 2).

Al analizar la acumulación de materia seca se observó un patrón similar de los parámetros MST y MSH al obtenido en la evaluación de BFT y BFH, donde los máximos valores correspondieron al tratamiento SM para ambos casos, y tampoco se observaron diferencias estadísticas en MSH entre ninguno de los tratamientos. Asimismo, en MSF, las plantas del monocultivo también alcanzaron los máximos valores, con diferencias estadísticas respecto a los demás tratamientos. Los resultados de materia seca coinciden con los obtenidos por Méndez-Natera (2002), cuando describe que los principales parámetros influyentes sobre la materia seca de una planta, son el número de hojas por planta y la altura de la misma, un incremento de ambos conlleva a un aumento del peso seco.

Tabla 1. Acumulación de materia fresca y seca por planta en los diferentes órganos del frijol caupí

Tratamiento	BFT	BFH	BFF	MST	MSH	MSF
			(g)			
S-2Cs	88 a	101 a	38	17 a	17 a	13
S-3Cs	46 b	64 b	55	7 b	9 b	10,6
CM	70 ab	89 ab	55	14 a	14 a	14
CV (%)	39,4	29,2	34,5	46,9	33,7	53,4
E.E (\bar{X})±	9,3	8,9	7,2	1,9	1,4	3,1

* Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Duncan ($p \leq 0,05$)

Leyenda: S-2Cs- 1 hilera de sorgo + 2 hileras de caupí simultáneo; S-3Cs- 1 hilera de sorgo + 3 hileras de caupí simultáneo; CM- monocultivo de caupí; BFF- biomasa fresca del fruto; BFH- biomasa fresca de la hoja; BFT- biomasa fresca del tallo; MSF- materia seca del fruto; MSH- materia seca de la hoja; MST- materia seca del tallo; CV- coeficiente de variación; E.E.- Error estándar

Tabla 2. Acumulación de materia fresca y seca por planta en los diferentes órganos del sorgo

Tratamiento	BFT	BFH	BFF	MST	MSH	MSF
	(g)					
S-2Cs	102,6 b	58,8	48,8	55,2 b	12,8	20 b
S-3Cs	102,6 b	56,2	47,8	55,2 b	13,2	21,4 b
SM	130,6 a	62,0	48,8	70,4 a	14,2	25,4 a
CV (%)	14,9	29,3	16,2	13,9	48,8	42,3
E.E. (\bar{y}) \pm	3,6	8,2	3,0	1,9	0,8	1,0

* Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Duncan ($p \leq 0,05$)

Leyenda: S-2Cs- 1 hilera de sorgo + 2 hileras de caupí simultáneo; S-3Cs- 1 hilera de sorgo + 3 hileras de caupí simultáneo; SM- monocultivo de caupí; BFF- biomasa fresca del fruto; BFH- biomasa fresca de la hoja; BFT- biomasa fresca del tallo; MSF- materia seca del fruto; MSH- materia seca de la hoja; MST- materia seca del tallo; CV- coeficiente de variación; E.E.- Error estándar

La mayor acumulación de biomasa fresca del cultivo del caupí se obtuvo en las plantas del tratamiento S-2Cs, seguido de CM y de S-3Cs. Esta acumulación observada en el tratamiento S-2Cs, representó un incremento del 39,3 % referente al tratamiento S-3Cs y de 12,3 % concerniente al CM (Figura 1 a).

Los máximos valores respecto a la acumulación de materia seca se observaron en las plantas del tratamiento S-2Cs, mientras que los resultados más bajos correspondieron al tratamiento S-3Cs. La acumulación de materia seca en las plantas del S-2Cs, representó un incremento del 43,4 % tocante al tratamiento S-3Cs y del 10,6 % acerca del CM (Figura 1 b). Al observar los resultados de biomasa

fresca se aprecia que los valores superiores correspondieron a las plantas de SM. Esta acumulación de biomasa fresca en las plantas de ese tratamiento representó un incremento del 12,9 % en comparación con el tratamiento S-2Cs (Figura 2 a).

A diferencia de lo observado en el caupí, la mayor acumulación de materia seca en el sorgo lo obtuvo el tratamiento SM con diferencias estadísticas entre los otros tratamientos. No obstante, S-3Cs y S-2Cs no mostraron diferencias estadísticas entre sí. La acumulación de materia seca observada en las plantas del monocultivo, representó un incremento del 18,4 % con relación a las de S-3Cs y de 20 % a las de S-2Cs (Figura 2 b).

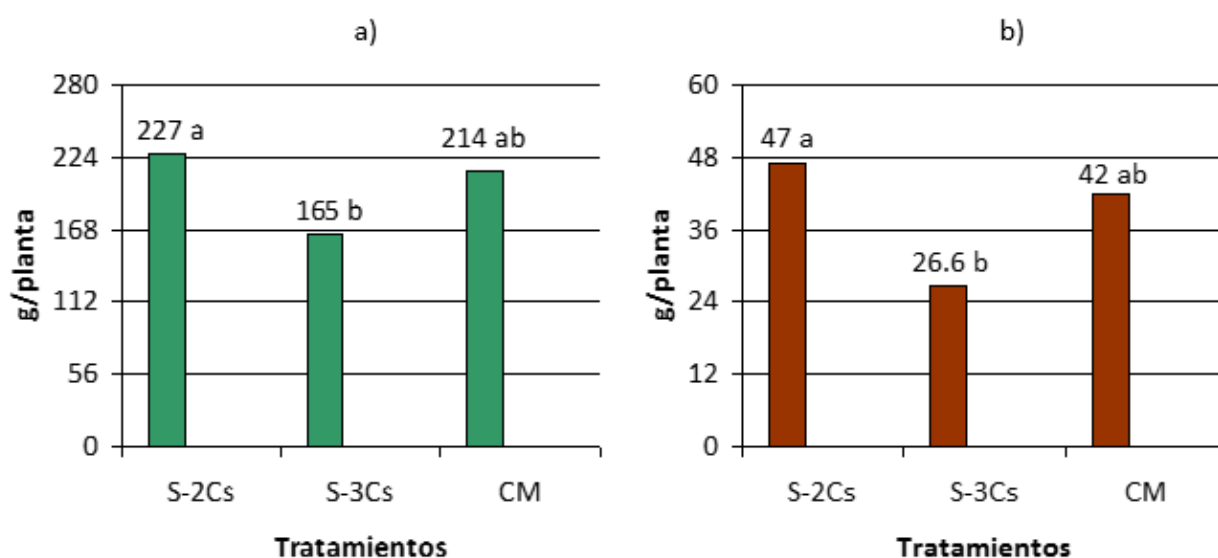


Figura 1. Acumulación de materia fresca y seca total en el cultivo de caupí
a) Biomasa fresca b) Materia seca

* Medias con letras no comunes difieren para Duncan ($p \leq 0,05$)

Leyenda: S-2Cs- 1 hilera de sorgo + 2 hileras de caupí simultáneo;
S-3Cs- 1 hilera de sorgo + 3 hileras de caupí simultáneo; CM- monocultivo de caupí

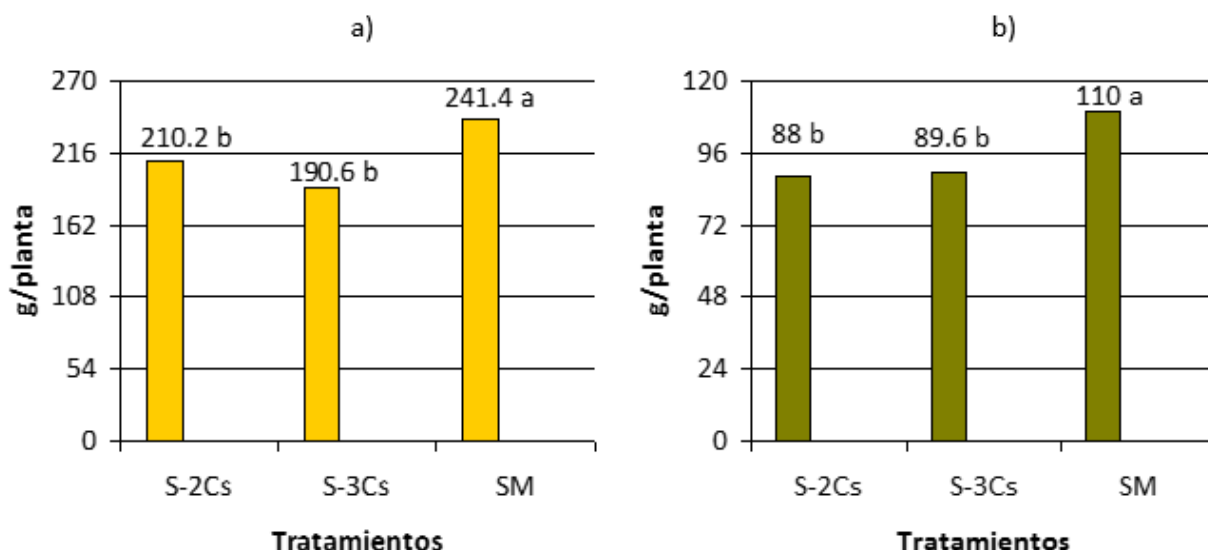


Figura 2. Acumulación de materia fresca y seca total en el cultivo de sorgo
a) Biomasa fresca b) Materia seca

* Medias con letras no comunes difieren para Duncan ($p \leq 0.05$)

Legenda: S-2Cs- 1 hilera de sorgo + 2 hileras de caupí simultáneo;

S-3Cs- 1 hilera de sorgo + 3 hileras de caupí simultáneo; SM- monocultivo de sorgo

Estos resultados concuerdan con Vázquez y Torres (2006) cuando expresan que el producto seco obtenido por planta o por unidad de área, depende del balance existente entre la fotosíntesis y la respiración. De igual forma los cambios del ambiente influyen en el ritmo de la producción de materia seca, así, los efectos del aire, la energía solar, el agua y todos los que caracterizan un macroclima o microclima pueden interferir en la producción de materia seca de una especie vegetal. También existen un conjunto de factores inherentes a la planta que influyen notablemente en la producción de materia seca entre los que se encuentran la edad, la distribución de asimilatos, la variedad, los contenidos hídricos y nutritivos.

CONCLUSIONES

Los valores máximos de la acumulación de biomasa fresca y materia seca se lograron en los tratamientos S-2Cs y SM, con 227 g, 47 g para el caupí y 241,4 g y 110 g para el sorgo.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. and LETOURNEAU, D.K. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1: 405-430.

CARVALHO, D.D., ANDRADE, J.B., BIONDI, P. (et al.). 1992. Estádio de maturação na produção e qualidade de sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. *Bol. Ind. Anim.*, 49 (2): 91-99.

FUNES-MONZOTE, F.R. 2009. Holistic Studies on Agroecosystems: The Crop-Livestock Integration with Agroecological Bases. VI Congreso Brasileiro de Agroecología. II Congreso Latinoamericano de Agroecología., 9-12 novembro, Curitiba-PR/Brasil. *Revista Brasileira de Agroecología*, p. 5225-5229.

HERNÁNDEZ, A, PÉREZ, J., BOSCH D., RIVERO, R., CAMACHO, E. y RUIZ, J. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR, La Habana, Cuba, 37-38 pp.

MÉNDEZ-NATERA, J.F. 2002. Relación entre el peso seco total y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 2 (1): 46-53.

MOJENA, M. y CRUZ, O. 1998. Las asociaciones de cultivos: Contribución a la sostenibilidad ecológica, económica y social. *Agricultura Orgánica*, 2 (4): 15-17.

PETERS, M., FRANCO, L. H., SCHMIDT, A. e HINCAPIÉ, B. 2011. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del trópico americano. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ),

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). *Publicación CIAT*, vol. 374, p. 212.

VÁZQUEZ, E. y TORRES, S. 2006. Fisiología Vegetal, 2da parte. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, 207 p.

Recibido el 25 de enero de 2016 y aceptado el 12 de marzo de 2018