

Establecimiento y producción de semillas de centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*), solas y asociadas con cultivos temporales en suelo vertisol

I. Gómez, Yuseika Olivera, J.L. Fernández y A. Botello

*Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov», Carretera de Manzanillo,
km 17 ½, Bayamo, Granma, Cuba
Correo electrónico: igomez@dimitrov.cu*

En un suelo vertisol del Valle del Cauto se estudió el efecto del intercalamiento de tres cultivos temporales de granos, sorgo (*Sorghum bicolor*), maíz (*Zea mays*) y girasol (*Helianthus annuus*) en el establecimiento de la leguminosa forrajera centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*) y la producción de semillas en la primera cosecha. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para evaluar siete tratamientos: tres combinaciones de la leguminosa con cada cultivo temporal y cuatro controles en monocultivo de cada cultivo utilizado. Los resultados en la composición botánica de centrosema fueron similares estadísticamente entre tratamientos a los 90 y 180 d después de la siembra, con valores superiores a 65 y 92 %, respectivamente. Esto evidencia que no hubo efectos del cultivo acompañante en el establecimiento de la leguminosa. El rendimiento de semillas (t/ha) de la leguminosa difirió significativamente ($P < 0.01$) entre tratamientos con la mejor respuesta en las combinaciones con girasol (0.99) y maíz (1.1), las cuales resultaron similares entre sí. El rendimiento de MS (t/ha) de la leguminosa en el corte de establecimiento fue significativamente superior ($P < 0.01$) en los policultivos (1.79 a 1.84) con respecto a centrosema sola (1.53). Se concluye que los cultivos temporales evaluados no afectaron el establecimiento de centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*). Al contrario, contribuyeron a elevar el rendimiento de MS y de semillas.

Palabras clave: *Centrosema híbrido CIAT – 438 (Centrosema pubescens), intercalamiento, composición botánica, rendimiento, semillas, granos.*

Los sistemas agroecológicos tienen como objetivo esencial integrar el agroecosistema, de manera tal que aumente la eficiencia biológica general y se mantenga la capacidad productiva y autosuficiente del mismo (Altieri 2001). En este sentido, se considera el uso de policultivos como una de las medidas de manejo agroecológico que permiten optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo, así como balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales (Pérez y Vázquez 2001).

También el uso de cultivos acompañantes durante el establecimiento de otras especies se considera una práctica beneficiosa para incrementar rendimientos de biomasa y semillas, sufragar costos y lograr mayor eficiencia económica en el uso de la tierra (Cordoví *et al.* 1999, Gómez *et al.* 2004 y Vieito *et al.* 2004).

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del intercalamiento de tres cultivos temporales productores de granos en el establecimiento y producción de semillas de la leguminosa forrajera *Centrosema híbrido CIAT – 438 (Centrosema pubescens)*.

Materiales y Métodos

Suelo y clima. El experimento se realizó en un suelo vertisol del Valle del Cauto (Hernández *et al.* 1999), considerado en el rango de mediana fertilidad, según la metodología de evaluación propuesta por Mesa y Naranjo (1982). En la tabla 1 se muestran los principales componentes químicos que se determinaron en los análisis realizados.

Esta región presenta un clima tropical relativamente húmedo (Barranco y Díaz 1989), que se caracteriza por una temperatura media anual de 26° C y precipitaciones de aproximadamente 1000 mm anuales. Las lluvias ocurridas durante el período experimental se muestran en la figura 1.

Diseño y tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y un tamaño de parcela de 5 m x 6 m = 30 m², con el propósito de evaluar siete tratamientos:

T1- Centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*) en monocultivo

T2- Centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*) + sorgo (*Sorghum bicolor*)

T3- Centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*) + maíz (*Zea mays*)

Tabla 1. Composición química del suelo

Tipo de suelo	Componentes determinados				
	P ₂ O ₅ mg/100g de suelo	K ₂ O mg/100g de suelo	N total (%)	MO (%)	pH (H ₂ O)
Vertisol	2.6	48.0	0.272	2.91	7.02

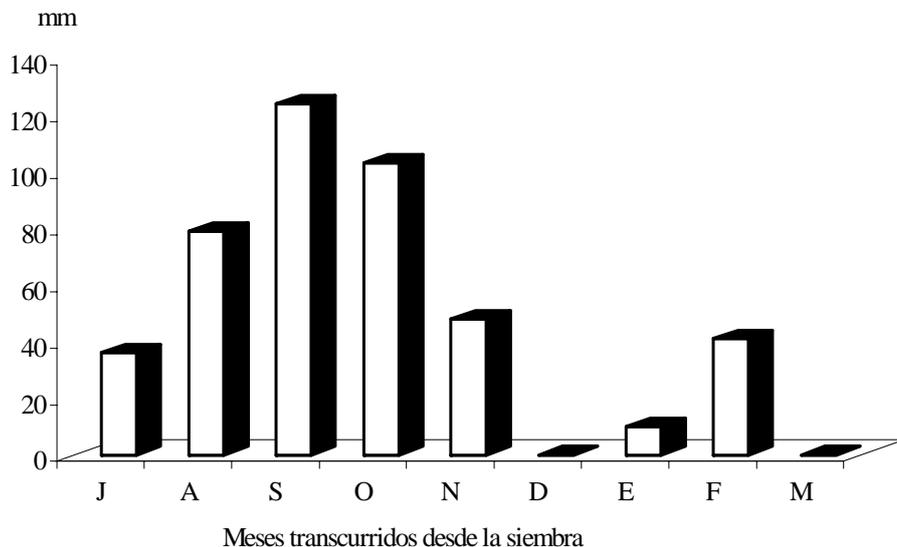


Figura 1. Precipitaciones ocurridas durante el período experimental

T4- Centrosema híbrido CIAT-438 (*Centrosema pubescens*) + girasol (*Helianthus annuus*)

T5- Sorgo (*Sorghum vulgare*) monocultivo

T6- Maíz (*Zea mays*) monocultivo

T7- Girasol (*Helianthus annuus*) monocultivo

Procedimiento. Se efectuó una preparación convencional del suelo con la utilización de labores de roturación, surcado, grada media y grada ligera. El terreno se surcó a una distancia de 80 cm de camellón y la siembra se efectuó a inicios de julio. En el tratamiento control, la leguminosa se plantó en todos los surcos, mientras que en el resto de los tratamientos se sembraron dos surcos seguidos con la leguminosa, y un surco con el cultivo intercalado. Los cultivos temporales quedaron a una distancia entre hileras de 2.4 m. En la tabla 2 se muestran las distancias y dosis de siembra utilizadas para cada una de las especies.

establecimiento de la leguminosa, si se considera que en la literatura especializada se adoptan como pastos establecidos los que presentan una composición botánica superior a 80 % y se conjugan además, con la edad requerida para la especie.

Se calculó el índice equivalente del uso de la tierra (IET) para determinar la eficiencia de su utilización en las combinaciones de cultivos empleados con respecto al monocultivo (Wandermeer, citado por Casanova *et al.* 2001). Se utilizó para ello la siguiente ecuación:

$$IET = \frac{Px}{Kx} + \frac{Py}{Ky}, \text{ donde:}$$

Px = Rendimiento del cultivo X en asociación.

Py = Rendimiento del cultivo Y en asociación.

Kx = Rendimiento del cultivo X en monocultivo.

Ky = Rendimiento del cultivo Y en monocultivo.

Tabla 2. Marco de siembra y dosis de Semilla Pura Germinable (SPG) empleada por especie.

Especies	Distancias		Dosis SPG (kg/ha)
	Entre hileras	Entre plantas	
Centrosema en monocultivo	80 cm	chorrillo	2.4
Centrosema en policultivo	2 surcos seguidos a 80 cm separados de otros dos a 160 cm		1.6
<i>Sorghum bicolor</i>	2.4	chorrillo	2.5
<i>Helianthus annuus</i>	2.4	25	3.0
<i>Zea mays</i>	2.4	30	4.0

Mediciones y observaciones. En la leguminosa se realizaron observaciones para determinar el número de plantas/m² a los 30 y 45 d, la composición botánica a los 90 y 180 d, el porcentaje de semillas llenas, la masa de 1000 semillas y el rendimiento de semillas y de MS. En los cultivos intercalados se determinó el rendimiento de granos, los que fueron cosechados al concluir el ciclo vegetativo de cada cultivo (girasol-90 d, sorgo-100 d, maíz-120 d). La composición botánica a la edad de 180 d fue el indicador más importante para valorar el

Si IET > 1 — La asociación es ventajosa

Si IET < 1 — La asociación no es ventajosa

Si IET = 1 — Es indistinto el modo de sembrar

Análisis estadístico. Se realizó la prueba de la distribución normal a los datos y se analizaron según el modelo lineal del diseño de bloque al azar. Para la comparación múltiple de las medias se aplicó la prueba de Duncan (1955).

Para los datos en por ciento se aplicó la transformación según $2 \arcsen \sqrt{\%}$.

Resultados y Discusión

En los indicadores determinados durante la fase de establecimiento (tabla 3) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, con respecto al comportamiento de la leguminosa Centrosema. Esto demostró que el uso del intercalamiento de los cultivos temporales sorgo, maíz y girasol en la siembra de esa especie no produjo afectaciones en el porcentaje de cobertura encontrado a los 90 y 180 d después de la siembra. Sin embargo, hubo diferencias para el rendimiento de materia seca (MS) en el corte de establecimiento, lo que favoreció significativamente ($P < 0.01$) los tratamientos donde se utilizó la combinación de cultivos, lo que pudo estar dado por el mayor desarrollo de las leguminosas en dirección vertical, al trepar por los tallos de los cultivos intercalados. Se corrobora así el principio de la mayor utilización del espacio vital con el uso del policultivo, al lograrse una complementación fisiológica entre las plantas con senderos fotosintéticos diferentes. Esto permite el uso combinado de los recursos del suelo y el espacio circundante (Willey 1990 y Olazábal *et al.* 2007).

policultivo. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Castro *et al.* (2000) y por Acuña *et al.* (2007), quienes informaron rendimientos entre 1.7 y 3.3 t/ha en variedades tradicionales de sorgo.

En maíz, Permuy (1997) informó rendimientos de granos entre 2.5 y 3.7 t/ha en seis variedades comerciales, y consideró estos valores por debajo del potencial para la especie en el período de primavera. Sin embargo, estos resultados fueron superiores a los obtenidos en este trabajo, lo que pudo estar asociado al uso de mayor marco de siembra y a la incidencia del déficit de lluvias que se presentó en la etapa inicial de establecimiento, lo que ha sido indicado como un factor que incidió negativamente en los rendimientos (De Juan *et al.* 1999).

Los indicadores medidos durante la fase reproductiva de las leguminosas (número de semillas/vainas, semillas llenas/vainas (SLL/ vainas), longitud de las vainas y rendimiento de semillas) difirieron significativamente ($P < 0.01$) entre tratamientos (tabla 5), con tendencia similar en los tres primeros indicadores, donde los valores mayores se produjeron en los policultivos.

Tabla 3. Comportamiento de diferentes indicadores medidos en la leguminosa Centrosema híbrido CIAT – 438 (*Centrosema pubescens*) durante el establecimiento.

Indicadores	Tratamientos				EE ± Sign.
	Centro monocultivo	Centro + sorgo	Centro + maíz	Centro + girasol	
Plantas/m ² , 30 d	19.0	19.8	18.0	19.0	1.65
Plantas/m ² , 45 d	31.0	33.8	26.0	28.8	2.15
Altura, 30 d	10.8	10.8	9.8	10.8	0.40
Altura, 45 d	14.8	14.0	15.5	15.0	0.69
Composición botánica, 90 d	1.93 (67.5)	1.92 (67.0)	1.98 (69.8)	1.98 (69.8)	0.42
Composición botánica, 180 d	2.64 (93.5)	2.61 (92.5)	2.80 (97.0)	2.70 (96.2)	0.07
Rendimiento de MS, 6 meses	1.53 ^b	1.79 ^a	1.84 ^a	1.82 ^a	0.03**

^{abc}Medias con letra diferente difieren $P < 0.01$ (Duncan 1955) ** ($P < 0.01$) Medias originales entre paréntesis, transformadas según Zarcsen ¶%.

Con relación a los cultivos intercalados, los mayores valores en el rendimiento de granos (tabla 4) correspondieron al sorgo, tanto en policultivo como en monocultivo, y al girasol en monocultivo, sin diferencias entre sí. Sin embargo, fueron superiores al maíz en cualquiera de las dos modalidades, y al girasol en

En el rendimiento, la mejor respuesta se logró cuando se combinó la leguminosa con girasol y con maíz, siendo similares. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Matías (1996) y Reyes y Rivero (2001), al utilizar soportes inertes en *Teramnus* semilla clara (*Teramnus labiales*) y Centrosema villanueva (*Centrosema*

Tabla 4. Comportamiento de la producción de granos en los cultivos temporales en policultivo y en monocultivo.

Variables	Cultivo temporal			EE ± Sign.
	Sorgo	Maíz	Girasol	
Rendimiento de granos (t/ha) en policultivo (tratamientos T2, T3, T4)	2.97 ^{ab}	1.92 ^d	2.08 ^d	0.05 **
Rendimiento de granos (t/ha) en monocultivo (tratamientos T5, T6, T7)	3.00 ^{ab}	2.62 ^c	2.70 ^{bc}	

^{abc} Medias con letra diferentes difieren $P < 0.01$ (Duncan 1955), *($P < 0.05$), ** ($P < 0.01$)

Tabla 5. Variables relacionadas con la producción de semillas de la leguminosa Centrosema híbrido CIAT - 438 (*Centrosema pubescens*)

Variables	Tratamientos				EE ± Sign.
	Centrosema monocultivo	Centrosema + sorgo	Centrosema + maíz	Centrosema + girasol	
Semillas llenas/ vainas (u)	11.95 ^b	15.38 ^a	15.02 ^a	15.28 ^a	0.62 **
Longitud de vainas (cm)	9.04 ^b	10.59 ^a	10.55 ^a	11.16 ^a	0.31 **
Semillas/ vainas (u)	13.85 ^b	16.92 ^{ab}	16.37 ^a	16.92 ^a	0.33 **
Porcentaje de semillas llenas (SLI)	2.33 (84.3)	2.58 (92.3)	2.60 (91.1)	2.46 (88.5)	0.18
Masa de 1000 semillas	29.1	31.2	30.75	29.77	0.56
Rendimiento de semillas (t/ha)	0.67 ^c	0.76 ^{bc}	1.1 ^a	0.99 ^{ab}	0.05 **

^{abc} Medias con letras diferentes difieren $P < 0.01$ (Duncan 1955), * ($P < 0.05$), ** ($P < 0.01$)

Medias originales entre paréntesis, transformadas según Zarcosn \uparrow %.

pubescens), respectivamente. De este modo se confirma que la utilización del soporte físico constituye una vía práctica para aumentar la producción de semillas de leguminosas herbáceas en pequeñas áreas de cultivo (Funes *et al.* 1998).

En todos los casos en que se realizó la combinación de cultivos, la eficiencia biológica fue superior con respecto al monocultivo (tabla 6), con valores superiores a 1, según el índice equivalente del uso de la tierra (IET). Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con las combinaciones Centrosema-girasol y Centrosema-maíz. Esto demuestra que la combinación espacial y temporal de los cultivos utilizados permitió un mejor uso de la tierra en los sistemas de policultivos, lo que concuerda con lo informado por Hernández *et al.* (1996) y Muñoz (2001).

La respuesta menos favorable que se obtuvo con la combinación Centrosema-sorgo tiene su explicación, al parecer, en que el sorgo tuvo una densidad de población muy alta que duplicó la del maíz y el girasol. Esto pudo haber limitado el espacio vital necesario para el desarrollo de la leguminosa, lo que pone en desventaja a esta última por tener sendero fotosintético C_3 (Willey 1990).

Tabla 6. Valores del IET en las combinaciones utilizadas

Combinaciones de cultivos	Equivalente del uso la tierra (IET)
Centrosema híbrido CIAT - 438 (<i>Centrosema pubescens</i>) + sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)	1.84
Centrosema híbrido CIAT - 438 (<i>Centrosema pubescens</i>) + girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	2.19
Centrosema híbrido CIAT - 438 (<i>Centrosema pubescens</i>) + maíz (<i>Zea mays</i>)	2.02

Se concluye que el establecimiento centrosema no se afectó con el uso del intercalamiento de los cultivos temporales en las combinaciones estudiadas. Al contrario, se incrementaron los rendimientos de la leguminosa, al igual que la eficiencia biológica del uso de

la tierra, con índices superiores a 1 en todos los casos.

Referencias

- Acuña, B., Guillot, J. & Vigil, M.C. 2007. Producción y utilización de *Sorghum bicolor* (L) Moench: Una alternativa para pequeñas y medianas producciones. Fitogen 07. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Sancti Spiritus, Cuba. p. 80
- Altieri, M.A. 2001. Agroecología: principios y estrategias desde la perspectiva cubana. En: Transformando el campo cubano. Ed. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF). La Habana, Cuba. 284 pp.
- Barranco, G & Díaz, L.R. 1989. Clima. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Ed. Instituto Geográfico Nacional de España. VI. 1. 2. Madrid
- Casanova, A., Hernández, A. & Quintero, P. L. 2001. Policultivos. En: Transformando el campo cubano. Ed. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF). La Habana, Cuba. 284 pp.
- Castro, A., Marrero, L. & Arias, A. 2000. Potencial productivo y composición nutritiva del grano de cuatro variedades cubanas de sorgo cultivadas en condiciones de bajos insumos. XII Seminario Científico. «XXXVIII Aniversario del INCA». La Habana, Cuba
- Cordoví, E., Vieito, E.L. & Estrada, L.L. 1999. Efecto del intercalamiento de arroz durante la etapa d establecimiento de *Teramnus labiales*. Pastos y Forrajes 22:253
- De Juan, J.A., Fabeiro, C., Martín, F.J. & López, H. 1999. Efecto del déficit de suministro de agua en el rendimiento y calidad de un cultivo de maíz dulce. Rev. ITEA 95:218
- Duncan, D.C. 1955. Multiple range and multiple test. Biometrics 11:1
- Funes, F., Yáñez, S. & Zambrana, T. 1998. Semillas de pastos y forrajes tropicales. Métodos prácticos para su producción sostenible. Ed. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). La Habana, Cuba. p. 138
- Gómez, I., Fernández, J. L., Espinosa, R. & Olivera, Y. 2004. Establecimiento de leguminosas arbustivas en multiasociación con especies de pastos en vertisuelos. Pastos y Forrajes 27:235
- Hernández, I., Lascaiba, T. & Rolo, R. 1996. Efecto de diferentes proporciones de semillas en la siembra asociada del *Teramnus labiales*. Pastos y Forrajes 18:43
- Henández, A., Pérez, J. M., Bosch, D. & Rivero, L. 1999. Nueva clasificación genética de los suelos agrícolas de Cuba. Ed. AGRINFOR. La Habana, Cuba. p. 64

- Matías, C. 1996. Efecto de los soportes en la producción de semillas de *Teramnus labiales* cv. semilla clara. II Densidad y distancia de siembra. Pastos y Forrajes. 19:137
- Mesa, A. & Naranjo, M. 1982. Manual de interpretación de los suelos. Ed. Científico- Técnica. Ciudad de La Habana. 136 pp.
- Muñoz, E. 2001. Principios y fundamentos de los sistemas de uso de tierras integrando cultivos y crianzas con bases agroecológicas. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 42
- Olazábal, N., Muñoz, D., Cruz, M., Sevilla, W. & Tamayo, Y. 2007. Producción de maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) con intercalamiento de canavalia (*Canavalia ensiformis*). Fitogen'07. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Sancti Spíritus, Cuba. p. 72
- Pérez, N. & Vázquez, L. L. 2001. Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. Ed. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF). La Habana, Cuba. 284 pp.
- Permuy, N. 1997. El maíz (*Zea mays*), su cultivo y utilización. Proyecto Cuba-7. Holguín, Cuba
- Reyes, J. C. & Rivero, J. L. 2001. Influencia de la orientación de las hileras en la producción de semillas de *Centrosema pubescens* Villanueva con tutores. IV Taller Internacional sobre Colecta y Utilización de Recursos Fitogenéticos. Sancti Spíritus, Cuba. p. 75
- Vieito, E.L., González, P.J., Ramírez, J., Pérez, A., Cárdenas, T. & Arzola, J. 2004. Producción de semillas de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) asociada con dolichos (*Lablab purpureus* Benth). Pastos y Forrajes. 27:35
- Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping systems. AGRIC. Water Manage. 17:215

Recibido: 23 de junio de 2009