

Respuesta productiva del intercalamiento de la yuca (*Manihot esculenta*) en un sistema agrosilvopastoril de *Pachira quinata*. I. Resultados agronómicos

Belisario Roncallo F¹, José Mojica, Gustavo Rodríguez F.
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)

Productive response of cassava intercrop (*Manihot esculenta*) in a agrosilvopastoril system of *Pachira quinata*. I. Agronomic results

Abstract. An agrosilvopastoral arrangement was evaluated as a productive alternative to promote better land use and increase rural productivity. The interactions presented in the integration of cassava cultivation (*Manihot esculenta*) with red ceiba (*Pachira quinata*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) were studied during the development of the cassava crop in the establishment phase of the system. In the experiments, a randomized complete block design was applied with two treatments and three replications. Cassava presented a similar yield between the agrosilvopastoral treatments (5688.0 g per plant) and monoculture (5604.1 g per plant), with a production per hectare of the first system equivalent to 58% of that obtained in the second. The presence of cassava cultivation influenced the increase in height and stem diameter of red ceiba and leucaena. A negative effect on the increase in stem diameter in both species is highlighted, presented in the final two months of the cassava crop cycle.

Key words: agrosilvopastoral, Intercropping, *Pachira quinata*.

Resumen. Se evaluó un arreglo agrosilvopastoril como una alternativa productiva para propiciar un mejor uso del suelo e incrementar la productividad rural. Se estudiaron las interacciones presentadas en la integración del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*) con la ceiba roja (*Pachira quinata*) y la leucaena (*Leucaena leucocephala*), durante el desarrollo del cultivo de la yuca en la fase de establecimiento del sistema. En los experimentos se aplicó un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos y tres réplicas. La yuca presentó similar rendimiento por planta entre los tratamientos agrosilvopastoril (5688,0 g) y monocultivo (5604,1 g), con una producción por hectárea del primer sistema equivalente al 58% de la obtenida en el segundo. La presencia del cultivo de yuca influyó sobre el incremento de la altura y del diámetro del tallo de la ceiba roja y de la leucaena. Se resalta un efecto negativo sobre el incremento del diámetro del tallo en ambas especies, presentado en los dos meses finales del ciclo del cultivo de la yuca.

Palabras clave: Agrosilvopastoril, Intercalamiento yuca, *Pachira quinata*.

Introducción

La integración de las actividades agrícolas, forestales y ganaderas como opción productiva dirigida a un mejor uso del suelo e incremento de la productividad (Eichorn *et al.*, 2006), es atendida cada vez con mayor interés por la investigación en condiciones tropicales. La complejidad de los sistemas generados con estas integraciones, demanda la necesidad de obtener un mayor conocimiento para alcanzar una mejor comprensión debido a que en ellos ocurren múltiples interacciones que derivan en cambios continuos en la relación suelo-planta- animal y en los efectos producidos (Zimmer *et al.*, 2010).

Los sistemas integrados pueden resultar en ganancias económicas y ambientales, una vez que la agricultura conservacionista es potencializada por la diversidad donde se generan nuevas rutas de ciclaje de nutrientes y surgen nuevos procesos ecosistémicos (Anghinoni, *et al.*, 2011).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las interacciones presentadas y las respuestas productivas obtenidas del intercalamiento de la yuca (*Manihot esculenta*) en un sistema agrosilvopastoril de ceiba roja (*Pachira quinata*).

¹Autor pa la correspondencia: broncallo@corpoica.org.co

XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal

IV Congreso de Producción Animal Tropical

La Habana (Cuba) 18 – 22 noviembre, 2013

Materiales y Métodos

Localización. El trabajo se realizó en la Estación Experimental Motilonia, localizada a 10° 11' N y 73° 15' O, en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar, Colombia. Los suelos presentan una textura franco y franco-arcillosa, con pH ligeramente ácidos, con contenido bajos de materia orgánica, azufre, sodio, suma de bases, saturación de sodio, boro y manganeso; la concentración de fósforo, calcio, potasio, hierro y cobre son medios; la conductividad eléctrica cataloga estos suelos como no salinos. La región posee precipitación media anual de 1350 mm con distribución bimodal, promedio anual de 29 °C de temperatura y 68% de humedad relativa.

Descripción general del sistema. La ceiba roja (*Pachira quinata*) se sembró a siete metros entre surcos y tres metros entre plantas; en la mitad de los surcos (3.5 metros de los árboles) se estableció la *Leucaena leucocephala*, separada un metro entre plantas. En la primera fase, en los espacios libres de los surcos entre *Pachira quinata* y *Leucaena leucocephala*, se sembró la yuca (*Manihot esculenta*) a una distancia de siembra de 1x1m.

Diseño, indicadores y tratamientos en cada experimento. Se realizaron dos experimentos, el primero consistió en evaluar el rendimiento del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*) manejado en un arreglo agrosilvopastoril comparado con el monocultivo tradicional, y el segundo se planteó para estudiar el crecimiento de las arbóreas e identificar interacciones del cultivo de la yuca con los otros componente del sistema.

Experimento 1. Rendimiento del cultivo de yuca.

La evaluación con el cultivo de yuca se inició ocho meses después de la siembra de la ceiba (*Pachira*

quinata) y se utilizó el clon de yuca identificado con la clave CIAT-SM 1511-6. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con dos tratamientos y tres réplicas. Para estimar los rendimientos se evaluaron los tratamientos siguientes: Cultivo tradicional de yuca con densidad de 10.000 plantas/ha (testigo) y cultivo de yuca en un sistema agrosilvopastoril con 5.714 plantas/ha (experimental). Cada parcela se estableció en un área de 15 x 21 m, en una extensión de 315 m² donde se evaluaron ocho plantas centrales en cada repetición. La información obtenida se sometió a análisis de varianza y las medias comparadas con la prueba de DMS con 5% de probabilidad.

Experimento 2. Crecimiento de las arbóreas e interacciones.

El crecimiento de las arbóreas se evaluó cada 30 días en términos de altura y grosor del tallo desde el establecimiento hasta la cosecha de la yuca. En las evaluaciones de la interacción árbol/cultivo se implementaron los siguientes tratamientos: Arreglo agrosilvopastoril, con participación de la siembra de yuca (T1) y arreglo silvopastoril, es decir sin siembra de yuca (testigo) (T2).

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con dos tratamientos y tres réplicas y a la información se le aplicó análisis de covariable. La covariable fue la primera medición tomada en altura y diámetro de las arbóreas. Para el análisis estadístico se utilizó el PROC MIXED del programa SAS (Versión 9.0) en el cual se analizó el efecto del bloque, de los tratamientos, del mes de medición y la interacción tratamiento x mes. Los promedios fueron ajustados a la covariable por medio de la herramienta adjust del SAS.

Resultados y Discusión

Rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*). Los resultados no revelaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos en el rendimiento por planta de yuca, indicando la no existencia de competencia en los arreglos evaluados. El promedio de producción por planta fue de 5688,0 g y 5604,1 g establecida bajo el arreglo agrosilvopastoril y en monocultivo, respectivamente; sin embargo, la producción por hectárea estimada fue de 32,5 y 56,0 Ton, en el cultivo de la yuca

establecida en el arreglo agrosilvopastoril y monocultivo, respectivamente; en estas condiciones, es posible obtener en el arreglo agrosilvopastoril una producción equivalente al 58% de la obtenida en el monocultivo; la diferencia observada está asociada a la mayor población establecida en el monocultivo.

En monocultivos de yuca, el IICA (2009) en los departamentos del Cesar y La Guajira (Colombia), registró promedios de rendimiento de raíces frescas de

XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal

IV Congreso de Producción Animal Tropical

La Habana (Cuba) 18 – 22 noviembre, 2013

44,8± 15,8 t/ha y 31,8 ±5,6 t/ha, respectivamente en 29 clones evaluados. Se resalta que el clon CIAT-SM 1511-6 presentó en su orden en las localidades señaladas, producciones de raíces de 62,6 y 28,7 t/ha.

La altura de la planta de yuca presentó diferencias significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos, siendo mayor en el arreglo agrosilvopastoril (3,85 m) en relación con el testigo (2,98 m), sin embargo este aspecto no afectó los rendimientos de yuca por planta; se puede inferir que las plantas de yuca desarrollaron plasticidad morfológica y fisiológica que le permitieron su adaptación a las nuevas condiciones de siembra (Piña y Arboleda, 2010).

Desarrollo de la ceiba roja (*Pachira quinata*). En cuanto a la altura de la planta, la ceiba roja presentó mayor respuesta de este indicador en el tratamiento donde se estableció asociado con la yuca (sistema agrosilvopastoril) en relación con el tratamiento testigo (T2) (figura 1).

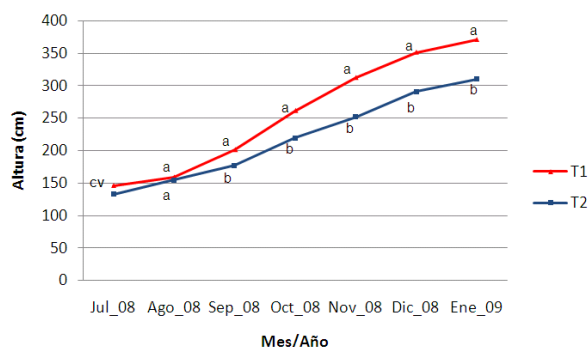


Figura 1. Curvas de crecimiento (Altura) de la ceiba roja establecida en el arreglo agrosilvopastoril con yuca (T1) y en el arreglo sin yuca (T2) (Testigo)

Se presentó interacción significativa entre los tratamientos analizados y los meses de medición ($p < 0,01$) al igual que el efecto del mes de medición ($p < 0,01$) y entre los tratamientos ($p < 0,01$). Además, se presentó diferencia significativa en relación a los tratamientos ($p < 0,05$) en la mayoría de los meses evaluados. Los resultados del indicador diámetro del tallo de la ceiba roja, revelaron en los dos últimos meses (figura 2) un valor menor ($p < 0,05$) en el tratamiento agrosilvopastoril con yuca (T1) en relación con el tratamiento sin inclusión de yuca (T2).

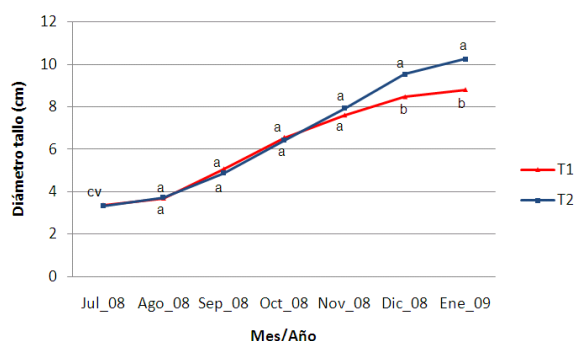


Figura 2. Curvas de incremento del diámetro del tallo de la ceiba roja en el arreglo agrosilvopastoril con yuca (T1) y en el arreglo sin yuca (T2).

Se presentó interacción significativa entre los tratamientos analizados y los meses de medición ($p < 0,01$) al igual que el efecto del mes de medición ($p < 0,01$) y los tratamientos ($p < 0,01$). Piña y Arboleda, (2010), al evaluar el crecimiento de *Crescentia cujete* observaron que las plantas bajo sombra alcanzaron el doble de la altura y un crecimiento 40% menor en el incremento del diámetro comparadas con las desarrolladas con mayor luminosidad.

Desarrollo de la *Leucaena leucocephala*. La acacia forrajera presentó un mayor crecimiento en altura en el tratamiento donde formó parte del arreglo agrosilvopastoril con yuca (378 cm) en relación con el tratamiento sin yuca (346 cm). Se presentó interacción significativa entre los tratamientos analizados y los meses de medición ($p < 0,05$) al igual que el efecto del mes de medición ($p < 0,01$) y los tratamientos ($p < 0,01$). Se observó diferencia significativa en relación a los tratamientos ($p < 0,05$) desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre del año 2008 y en enero del 2009.

El incremento en el diámetro del tallo de la leucaena no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) hasta el séptimo mes de establecimiento; en los dos últimos meses de evaluación fue menor ($p < 0,05$) en el tratamiento establecido en el arreglo agrosilvopastoril con yuca (2.7 mm) con respecto al tratamiento sin yuca (3.3 mm).

Se presentó interacción significativa entre los tratamientos analizados y los meses de medición ($p < 0,01$) al igual que el efecto del mes de medición

XXIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal

IV Congreso de Producción Animal Tropical

La Habana (Cuba) 18 – 22 noviembre, 2013

($p < 0.01$) y los tratamientos ($p < 0.01$). Se reveló diferencia significativa en relación a los tratamientos ($p < 0.05$) en los dos últimos meses de medición (diciembre/2008 y enero/2009). Varios autores (Ortega *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2005; Da Silva, *et al.*, 2007) consideran que el incremento

en altura es una respuesta morfogénica correspondiente a un mayor alargamiento celular que emplea la planta como un mecanismo de adaptación, la cual puede estar acompañada de una mayor relación de altura/diámetro del tallo a menor luminosidad recibida.

Conclusiones

Al intercalar la yuca en el sistema silvopastoril de ceiba roja se pudo constatar que la estrategia aplicada fue positiva debido a que se evidenció un uso más racional de la tierra con la generación de una producción razonable del cultivo, simultáneamente al crecimiento de los otros componentes; se observó un mayor crecimiento en

en altura en *Pachira quinata* y *Leucaena leucocephala* en las condiciones establecidas en el sistema asociado; en los dos últimos meses del ciclo del cultivo de yuca se registró un efecto negativo sobre el incremento en el diámetro del tallo de la ceiba y de la leucaena.

Literatura Citada

- Anghinoni, I., Moraes, A., Carvalho, P.C.F., Souza, E.D., Conté, O., Lang, C. 2011. Benefícios da integração lavoura pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: Da Fonseca, A.F.; Caires, E.F.; Barth, G.F. Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto. Ponta Grossa: EUPG, p. 1-31, 2011.
- Almeida, L., Da Maia, N., Ortega, A., Angelo, A. 2005. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Chame m viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. *Ciencia Floresta* 15(3): 323 – 329.
- CIAT-IICA. 2009. Yuca industrial con énfasis en la producción de etanol para regiones estratégicas de Colombia. Contrato n° 199/06 entre CIAT-IICA derivado del convenio n° 002/2006 IICA-MADR. Proyecto: Mejorar la competitividad de la producción de etanol carburante a partir de raíces de yuca mediante esfuerzos específicamente dirigidos a la producción, identificación, evaluación y difusión de clones de yuca. 118 p. http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009114/73051. 15 de Octubre/2011
- Da Silva, R., De Freitas, G., Siebeneichler, S., Da Mata, J., Chagas, J. 2007. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influencia de sombreamento. *Acta Amazonica* 37(3): 365 - 370.
- Eichorn, M., Paris, P., Herzog, F., Incoll, L., Liagre, F., Mantzanas, K., Mayus, M., Moreno, G., Papanastasis, V., Pilbeam, D., Pisanelli, A., Dupraz, C. 2006. Silvoarable Systems in Europe: past, present and future prospects. *Agroforest. Syst.* 67, 29-50.
- Ortega, A., Almeida, N., Da Maia, N., Angelo, A. 2006. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Cerne* 12 (3): 300 -308.
- Piña, M., Arboleda, M.E. 2010. Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de *Crescentia cujete*. *Bioagro* 22 (1): 61- 66.
- Zimmer, A.M., Almeida, R.G., Bungenstab, D.J., Kichel, A.N. 2010. Integração lavoura pecuária-floresta no Brasil: Histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável. Belém do Pará - 8, 9 e 10 de Novembro de 2012. p 666 – 670.