

PRODUCCIÓN DE ÑAMPÍ (*Colocasia esculenta* var. *antiquorum*) Y MAÍZ (*Zea mays* L.) EN ASOCIO CON *Erythrina fusca* Y *Calliandra calothyrsus*

J.M. Jiménez¹
P. Oñoro²
E. Viquez³

Resumen

Palabras clave: *Zea mays*, *Colocasia esculenta*, *Calliandra calothyrsus*, *Erythrina fusca*, cultivo en callejones, biomasa, Costa Rica.

Se evaluó la producción de maíz (*Zea mays* L) y ñampí (*Colocasia esculenta* L), con un ciclo por año de cada uno, en un cultivo en callejones con *Calliandra calothyrsus* y *Erythrina fusca* (2 podas/año) establecidos a 6 m por 0.5, 1 y 2 m. En el ñampí se evaluaron el peso y número de los cormelos comerciales y totales; en maíz el peso seco del grano y la biomasa vegetativa y en los árboles la biomasa de las podas.

En maíz y ñampí, a partir de la segunda cosecha, se observó la superioridad del asocio con árboles versus el monocultivo. En maíz en la tercera cosecha, *E. fusca* fue superior que *C. calothyrsus*.

Se concluye que ñampí tiene potencial para ser cultivado en asociación con árboles. Sin embargo, la biomasa de los árboles no satisface los requerimientos nutricionales del cultivo.

YIELDS OF EDDO (*Colocasia esculenta*) AND MAIZE (*Zea mays*) IN ASSOCIATION WITH *Erythrina fusca* Y *FUSCA* AND *Calliandra calothyrsus* IN AN ALLEY FARMING SYSTEM.

Abstract

Production of maize (*Zea mays* L) and eddo (*Colocasia esculenta* L), one harvest of each crop per year, were evaluated in an alley farming system with *Calliandra calothyrsus* and *Erythrina fusca*, planted in rows 6 m wide with spacings of 0.5, 1 and 2 m between trees and pruned twice yearly. For eddoes and maize, weight and number of commercial and total corms were evaluated; for maize, dry weight of harvested grain, and for the trees, biomass production. For eddoes and maize, starting at second harvest, yields in alley farming were greater than in monoculture; in the third harvest, maize yields were greater with *E.fusca* than with *C. calothyrsus*. It was concluded that there is potential to cultivate eddoes in association with trees although biomass production was insufficient to meet nutrient needs.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos en callejones constituyen una alternativa viable en la búsqueda de sistemas sustentables para la producción agrícola. En condiciones del trópico húmedo, se ha utilizado *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* (Kang y Mulongoy, 1987) con granos básicos y tubérculos; estos han demostrado que *Erythrina* con maíz permite un crecimiento y rendimiento del grano superior al testigo sin árboles (Jiménez, 1990; Jiménez *et al.*, 1991). El asocio de maíz y frijol ha llegado en al-

¹ Asistente Técnico del Líder, Proyecto Oiafo, CATIE. Tel (506)5560301 Fax (506)5561533. E-mail: jjimenez@catie.ac.cr

² Consultor CATIE Tel (506)5560631. Fax (506)5561533. E-mail: poñoro@catie.ac.cr

³ Programa de Investigación, CATIE. Tel (506)5561754. Fax (506)5566255 E-mail: eviquez@catie.ac.cr

gunos casos a superar al monocultivo sin árboles (Kass, Barrantes y Bermúdez, 1989; Rosecrance, Brewbaker y Fownes, 1992).

Calliandra calothyrsus es de más reciente experimentación. Se ha reportado un incremento en el rendimiento del cultivo con la aplicación de la biomasa, a diferencia de la aplicación de 45 y 90 kg/ha de nitrógeno (Gichuru y Kang, 1989).

En Costa Rica, el asocio de *C. calothyrsus* con el sistema maíz-maíz, después de seis cosechas mostró rendimientos de grano estadísticamente similares a los obtenidos con *E. fusca* y *E. berteroa-na*; sin embargo, en algunos ciclos fue superado. El monocultivo superó al maíz asociado con árboles de *Calliandra* (Jiménez, Solano y Víquez, 1994). La necesidad de adquirir más conocimientos sobre este sistema de cultivo, motivó el establecimiento de este trabajo. El propósito fue estudiar el desempeño del sistema maíz-ñampí, en un cultivo en callejones con *C. calothyrsus* y *E. fusca* y determinar las ventajas y desventajas que presenta.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental "Los Diamantes" del Ministerio de Agricultura y Ganadería; ubicada en Guápiles, Costa Rica, a 83° 45' longitud O y 10° 15' latitud N a 250 msnm. La



Cultivo en callejones de maíz con *Glyricidia sepium*. Turrialba, Costa Rica (Foto D. Kass)

precipitación media anual es de 4536 mm, sin un período seco definido; marzo es el mes más seco con 185 mm y diciembre el de mayor precipitación con 572 mm. La temperatura media anual es de 24.7°C, con máximas de 28.4°C y mínimas de 20.3°C. El sitio pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo tropical (Holdridge, 1978). El suelo se clasifica como Typic Dystropepts, de origen volcánico, ligeramente ácido, baja saturación de bases, textura franco arenosa (70% arena, 25% limo y 5% arcilla) y con buen drenaje.

Los tratamientos fueron: *Calliandra calothyrsus* y *Erythrina fusca*, a 6x0.5, 6x1 y 6x2 m y monocul-

Cuadro 1. Rendimiento del componente ñampí (ton/ha) según tratamientos y sus comparaciones de tres cosechas, Guápiles, Costa Rica.

Tratamientos	Primera cosecha		Segunda cosecha		Tercera cosecha	
	Peso Comercial	Peso Total	Peso Comercial	Peso Total	Peso Comercial	Peso Total
Ñampí +Call 6x 0.5	6.8	21.8	2.7	9.3	6.9	15.4
Ñampí +Call 6x 1	8.0	22.4	2.2	7.6	4.0	11.8
Ñampí +Call 6x 2	7.7	20.8	2.3	8.4	4.4	11.4
Ñampí +Ery 6x 0.5	7.9	25.2	2.5	10.1	5.4	13.8
Ñampí +Ery 6x 1	9.1	23.2	3.5	13.0	4.1	10.5
Ñampí +Ery 6x 2	9.9	29.8	3.7	12.2	5.2	12.6
Monocultivo	8.8	23.0	2.2	9.3	4.4	8.5

tivos de ñampí y maíz. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela útil fue de 12 m de largo por 1.5, 3 y 6 m de ancho, respectivamente.

El ñampí se estableció a 1 m entre surcos por 0.33 m entre plantas (seis surcos de ñampí entre hileras de árboles). El surco más cercano al árbol estuvo a 0.5 m. El maíz fue sembrado a 0.8 x 0.5 m (entre hileras y plantas, respectivamente), con dos plantas por hoyo. El surco de maíz más cercano al árbol estaba a 0.6 m, estableciéndose un total de siete surcos de maíz entre callejones de árboles.

En las parcelas con árboles, la evaluación de la cosecha de ñampí se hizo utilizando el callejón central y tres surcos de cada uno de los callejones adyacentes (12 hileras de cultivo). En el caso del maíz, se utilizó el callejón central (siete surcos de maíz) y tres y cuatro surcos de los callejones adyacentes. Esto equivale a 14 surcos de maíz en 12 metros. En las parcelas de monocultivo se cosecharon 15 surcos en los 12 metros. Los árboles se establecieron en enero de 1991, mientras que el ñampí se sembró en junio de cada año y el maíz en enero de cada año. Para la siembra de *E. fusca* se utilizaron acodos aéreos, mientras que *C. calothyrsus* se estableció con plántulas de semilla sexual.

La variedad utilizada de maíz fue Diamantes 8043, y un cultivar local de ñampí. Para la protección de la semilla se utilizó Vitabax (Carboxin + Captán); a la siembra se utilizó Furadán (Carbofurán 10 % G); para el control de plagas del follaje se usó Volatón (Phoxim 5% G) y para el control de malezas se utilizó Gramoxone (Paracuat). No se aplicaron fertilizantes en ninguno de los cultivos.

En la primera siembra del ñampí, los árboles no tuvieron la poda que usualmente se aplica en este sistema de cultivo, la razón fue favorecer la sobrevivencia. Sólo se realizó una poda de formación una semana antes de la siembra del cultivo.

A la cosecha del maíz se evaluó el rendimiento del grano y la producción de biomasa vegetativa (rastros) del cultivo. En el ñampí se evaluó la biomasa aérea y el número y peso de cormos y cormelos comerciales y no comerciales. A los árboles se les midió la producción de biomasa (hojas, ramas

tiernas y ramas lignificadas). Los datos fueron sometidos a un análisis de variancia. La comparación de los promedios se hizo mediante contrastes y la prueba de amplitud múltiple de Duncan

RESULTADOS Y DISCUSION

Ñampí

En la primera cosecha, el análisis de variancia no detectó diferencias significativas en el rendimiento de cormos y cormelos. Sin embargo, los contrastes realizados para las variables de rendimiento total (cormos y cormelos) y el rendimiento de cormos, estableció diferencias significativas ($p < 0.05$) entre *E. fusca* y *C. calothyrsus*.

No se encontraron diferencias entre el ñampí asociado con árboles y el monocultivo. Sin embargo, este último fue superado en la mayoría de los casos por el cultivo asociado, especialmente con *E. fusca* (Cuadro 1). El sitio donde se realizó la investigación posee suelos con buena fertilidad. En este primer ciclo de cultivo, los rendimientos de cormos y cormelos fueron buenos. Aunque los árboles no fueron podados para incorporar la biomasa, tampoco se encontró efecto negativo por la presencia de estos, lo que hace suponer que el ñampí, es un cultivo que tolera la sombra y por lo tanto, es apto para este sistema de cultivo. También, el arreglo espacial utilizado permite que la población de ñampí en monocultivo y asociado con árboles sea la misma.

En la segunda cosecha, el análisis de variancia detectó diferencias significativas ($p < 0.05$), para el rendimiento total. La comparación de las medias muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) para los cormelos comerciales; en todos los casos, con una superioridad del ñampí asociado con *E. fusca*. Para los cormelos comerciales, también se observó un efecto lineal con esta especie. Las medias fueron de 2.5, 3.5 y 3.7 tm/ha en los espaciamientos de árboles de 0.5, 1.0 y 2 m. Las plantas de ñampí con menos competencia lograron un mejor desarrollo de cormelos, aunque con rendimientos bajos comparados con los rendimientos de la zona.

En la tercera cosecha la prueba de contrastes determinó una diferencia ($p < 0.05$) para los cormelos comerciales entre el cultivo asociado con árboles (5.0

tm/ha) y el monocultivo (4.4 tm/ha). Esto evidencia cierto beneficio del uso de árboles asociados con ñampi; ya que esta ventaja sólo ha sido observada después de tres ciclos del cultivo. En este ciclo no se observó ventaja significativa del ñampi asociado con *E. fusca* sobre el asociado con *C. calothyrsus* y se debe, probablemente, a que el crecimiento y producción de biomasa de los árboles fue menor que en el ciclo anterior, lo cual impidió la manifestación de diferencias en la capacidad de competencia de ambas especies. Además, los rendimientos del cultivo fueron en general bajos en relación con los obtenidos en la región.

Se detectaron diferencias altamente significativas entre las cosechas para todas las variables analizadas. Se nota una gran disminución en la segunda y tercera cosecha, lo que hace pensar que este cultivo requirió de fertilización después de la primera siembra. Posiblemente los árboles no aporten los nutrientes necesarios para el buen desempeño del sistema y en este sentido, quizá el potasio sea el elemento que se demande con mayor exigencia. Sería interesante evaluar el sistema por más tiempo, para determinar si la incorporación de biomasa mejora la tendencia.

Maíz

En la primera cosecha no se encontraron diferencias, el rendimiento promedio del maíz fue de 5.2 tm/ha. En la segunda cosecha se encontró una superioridad altamente significativa ($p < 0.01$) para el cultivo asociado (5.1 tm/ha), sobre el monocultivo (3.2 tm/ha).

Para la tercera cosecha, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el monocultivo (2.1 tm/ha) y los tratamientos con árboles (3.9 tm/ha). Se encontraron además, diferencias entre el rendimiento del maíz con *Calliandra* (3.3 tm/ha) y con *Erythrina* (4.5 tm/ha). Con *Erythrina*, el espaciamiento tuvo efecto cuadrático (4.2, 5.3 y 3.8 tm/ha para 0.5, 1.0 y 2.0 m entre árboles, respectivamente), lo cual es útil en el futuro cuando se quiera afinar sobre el distanciamiento de los árboles en cultivo en callejones.

El análisis combinado de las tres cosechas establece diferencias para el rendimiento del grano entre tratamientos. Para esta variable los contrastes muestran la superioridad ($p < 0.01$) del maíz asociado con árboles (4.8 tm/ha) sobre el monocultivo (3.4 tm/ha); este comportamiento de los promedios del rendimiento del grano, indica que el maíz asociado con árboles mantuvo su rendimiento (5.3, 5.1 y 3.9 tm/ha para la primera, segunda y tercera cosecha, respectivamente), mientras que en el maíz en monocultivo se redujo de 5.0 a 3.2 y a 2.1 tm/ha. Esto evidencia cierto desgaste del suelo cuando se cultiva un sistema maíz- ñampi y a su vez, la capacidad del intercultivo con árboles para evitar este desgaste.

La diferencia entre especies fue significativa ($p < 0.05$), con una superioridad del maíz asociado con *E. fusca* (5.1 tm/ha) sobre el asociado con *C. calothyrsus* (4.5 tm/ha). No obstante, se debe indicar que aunque no existen referencias con los árboles de som-

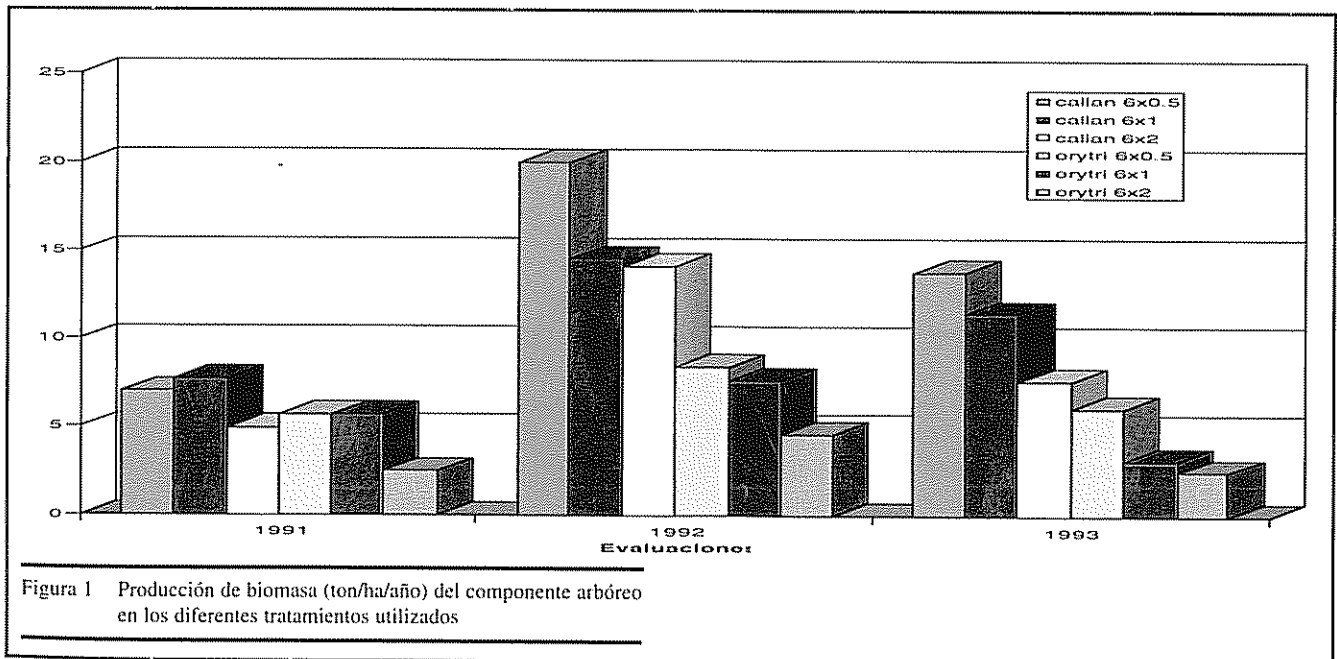


Figura 1 Producción de biomasa (ton/ha/año) del componente arbóreo en los diferentes tratamientos utilizados

bra utilizados, los rendimientos son altos comparados con otras especies en cultivo en callejones, tales como *L. leucocephala* y *G. sepium*, con 3540 y 2100 kg/ha, respectivamente (IITA, 1989; Kass, *et al.*, 1989). Además, se detectó un efecto cuadrático ($p < 0.05$) para el espaciamiento de árboles con *E. fusca*. Los promedios obtenidos para 0.5, 1.0 y 2.0 m entre árboles fueron de 4.9, 5.7 y 4.6 tm/ha respectivamente, efecto que proviene del resultado obtenido en la tercera cosecha. Parece ser que el espaciamiento de 6 x 1 con *E. fusca* establece un balance adecuado entre competencia y beneficios debido al árbol: sin embargo, son muy pocos ciclos para confirmar este comportamiento.

Entre cosechas también se establecieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el rendimiento del grano y altamente significativas ($p < 0.01$) para el rastrojo. Para el grano de maíz, los rendimientos fueron de 5.3 y 4.8 y 3.6 tm/ha para la primera, segunda y tercera cosecha, respectivamente y para el rastrojo, fue de 4.7, 3.1 y 3.2 tm/ha. Todas las cosechas fueron establecidas tomando en cuenta la época de siembra del cultivo en la región y se desarrollaron bajo condiciones estables de clima.

Componente arbóreo

Se encontraron diferencias significativas entre la producción de biomasa de *Calliandra* y *Erythrina* en las seis podas. Las otras variables presentaron también diferencias significativas ($p < 0.01$ y $p < 0.05$); excepto la biomasa de hoja en la primera poda, el tallo tierno en la primera, segunda y cuarta poda y el tallo leñoso en la cuarta poda. *C. calothyrsus*, siempre fue mayor, especialmente en el tallo leñoso. La producción de biomasa de *C. calothyrsus* duplicó a la biomasa obtenida por *E. fusca*. El efecto del espaciamiento de árboles indica un incremento en la producción de biomasa por hectárea al aumentar su población. Esta superioridad de biomasa en el crecimiento explica por qué los cultivos obtuvieron menores rendimientos cuando se asocian con *Calliandra*.

El efecto del espaciamiento tuvo una respuesta lineal para *Calliandra* ($p < 0.01$) y *Erythrina* ($p < 0.05$) en la producción de biomasa total, lográndose un incremento al reducir el espaciamiento. También se encontró un efecto lineal ($p < 0.01$) en la producción de tallo leñoso de *Calliandra* y de tallo tierno de *Erythrina*. El hecho de que no se haya encontrado efecto del

espaciamiento en la biomasa de hoja, indica que la relación biomasa de hoja/biomasa total disminuye al aumentar el número de árboles por hectárea.

Las diferencias entre podas se deben principalmente, a que esa producción de biomasa corresponde a periodos diferentes. El maíz osciló entre 4 y 5 meses y el ñampi entre 7 y 8 meses, lo que provocó que la producción de biomasa en el primer caso fuera de apenas un 50%. Se encontraron variaciones importantes en la segunda y tercer poda, en el primer caso con muy poca producción y en el segundo, con una alta producción de biomasa, lo cual estuvo asociado con una buena producción de maíz y una baja producción de ñampi, respectivamente.

CONCLUSIONES

El presente trabajo incluyó únicamente seis ciclos de cultivo (tres de maíz y tres de ñampi) y seis podas de los árboles, pero permite formular algunas conclusiones importantes.

Se consideró que el ñampi tiene potencial para ser cultivado en asociación con árboles. Sin embargo, considerando los rendimientos de la segunda y tercera cosecha parece que el aporte de nutrimentos por parte de la biomasa de los árboles, no satisface los requerimientos del cultivo. Conociendo las exigencias del cultivo, las limitantes más grandes para su desarrollo serían en términos del aporte de potasio y probablemente de fósforo.

En el caso del maíz, al estar rotándose con el ñampi produjo un efecto positivo en la asociación con los árboles. Prueba de ello es que a partir de la segunda cosecha se observó una disminución del rendimiento del grano especialmente en el monocultivo.

El rendimiento del cultivo fue mejor cuando se asoció con *E. fusca*. Esta especie produce menos biomasa y su descomposición es más rápida, con relación a *Calliandra*. Esto le confiere a *E. fusca* la ventaja de ser una especie de menor competencia y que a corto plazo podría liberar una cantidad de nutrimentos aceptable. Por otra parte, debido a la gran proporción de biomasa leñosa de *C. calothyrsus* se podría tener a mediano plazo un mayor aporte de elementos como potasio y fósforo.

BIBLIOGRAFÍA

- GICHURU, M.P.; KANG, B.T.** 1989. *Calliandra calothyrsus* (Meissn) in an alley cropping system with sequentially cropped maize and cowpea in southwestern Nigeria. *Agroforestry Systems* (Holanda) 9:191-193.
- HOLDRIDGE, L.R.** 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, C R, IICA. 216 p.
- INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE.** 1989. *Resource and Crop Management Program: Annual Report 1987*. Idaban, Nigeria. 220 p.
- JIMENEZ, J.M.** 1990. Análisis del crecimiento y fenología del maíz (*Zea mays* c.v. Tuxpeño) en un cultivo en callejones con poró (*Erythrina poeppigiana*) (Walpers) O.F. Cook, plantado en cuatro arreglos espaciales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C R., CATIE. 142 p.
- JIMENEZ, J.M.; SOLANO, R.; VIQUEZ, E.** 1994. Evaluación del sistema maíz-maíz en un cultivo en callejones con cuatro especies arbóreas. Turrialba, C.R. CATIE. 15 p.
- JIMENEZ, J.M.; VIQUEZ, E.; KASS, D.; CHAVARRIA, R.** 1991. Use of fast-growing nitrogen-fixing trees as living support for tropical yams (*Dioscorea alata* L.) In International Symposium Wendbreakes and Agroforestry. (3., 1991, Ontario Can.). Proceedings, Ontario, Can. 10 p
- KANG, B.T.; MULONGOY, K.** 1987. *Gliricidia sepium* as a source of green manure in a alley cropping system. In Workshop *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp.: Management and Improvement. (1987, Turrialba, C.R.). Workshop. Nitrogen Fixing Tree Association. Spec Pub No 87-01. p. 44-49.
- KASS, D.L.; BARRANTES, A.; BERMUDEZ, A.** 1989. Resultados de seis años de investigación en cultivo en callejones en "La Montaña". Turrialba, Costa Rica. *El Chasqui*. (C.R.). 19:5-24.
- ROSECRANCE, R.C.; BREWBAKER, J.L. y FOWNES, J.H.** 1992. Alley cropping of maize with nine leguminous trees. *Agroforestry Systems*. (Holanda) 17: 159-168.

Agradecimiento



Agroforestería en las Américas desea reconocer el esfuerzo y empeño demostrado por la Licda. Gloria Muñoz García, a lo largo de los cuatro años anteriores de publicación de la Revista. Gran parte de la imagen y presencia regional que en la actualidad tiene la revista se deben a su trabajo y dedicación. Le deseamos éxitos en su nueva posición.