

## HORTICULTURA

# La densidad de plantas como variable de rendimiento cultural y económico de cuatro cultivos consociados bajo las condiciones agroecológicas del nordeste de Argentina (NEA)

P.J. Cenóz; A.M. Burgos y C.N. Balbi

Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2131 (4000) Corrientes. Secretaría General de Ciencia y Técnica UNNE PI N°040/07. [pjcenoz@agr.unne.edu.ar](mailto:pjcenoz@agr.unne.edu.ar)

Recibido: 14/09/09

Aceptado: 10/08/10

### Resumen

Cenóz, J.P.; Burgos, A.M. y Balbi, C.N. 2010. La densidad de plantas como variable de rendimiento cultural y económico de cuatro cultivos consociados bajo las condiciones agroecológicas del nordeste de Argentina (NEA). *Horticultura Argentina* 29(69): 18-25.

Al noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina, se realizó un ensayo de cultivos consociados en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (27° 28' S; 58° 16' O). La productividad, el beneficio económico y el uso equivalente de la tierra (UET) de cuatro especies, mandioca-maíz-mani-caupí, consociadas en tres diferentes densidades de siembra, fueron comparadas respecto a monocultivos sembrados a las densidades tradicionales. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, donde se distribuyeron siete tratamientos (cuatro monocultivos

y tres consociados con diferentes densidades) con cuatro repeticiones cada uno. Los resultados de rendimientos se sometieron al análisis de la varianza y para la confrontación de medias entre los tratamientos consociados (5, 6 y 7); se realizó el test de Duncan ( $P < 0,05$ ). Los mayores rendimientos dentro de los sistemas consociados se presentaron con altas densidades de siembra (Mandioca 5.000 plantas·ha<sup>-1</sup> - Maní 25.000 plantas·ha<sup>-1</sup> - Caupí 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup> - Maíz 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup>), correspondientes al tratamiento 5, con el cual también se obtienen mayores ingresos brutos y un mejor UET. Particularmente, el tratamiento consociado con alta densidad de plantas resultó el sistema más apropiado para la zona agroecológica del NEA.

**Palabras clave adicionales:** Asociación, densidad de plantación, productividad, beneficio económico.

### Abstract

Cenóz, J.P.; Burgos, A.M. and Balbi, C.N. 2010. Planting density as a cultural and economic yield variable of four intercropping systems in the agroecological conditions of the northeastern Argentina (NEA). *Horticultura Argentina* 29(69): 18-25.

In the northwest of Corrientes province, Argentina, an intercropping field experiment was conducted in the Experimental Field of the Agronomy Faculty of the Northeastern National University (27° 28' S; 58° 16' W). Plant productivity, economical profit and the land use equivalent (LUE) of four species, cassava-maize-peanut-cowpea, intercropped in three different plantation densities, were compared respect to their monocropping system planted in conventional densities. Seven treatments (four monocroppings and three intercroppings with di-

fferent densities), were arranged in a complete randomized block design replicated four times. Yield results were studied by variance analysis and by Duncan test ( $P < 0.05$ ). The best yields, as well as the high economical profit and the best LUE among the intercropping systems were associated with the highest planting density (Cassava 5.000 plants·ha<sup>-1</sup> - Peanut 25.000 plants·ha<sup>-1</sup> - Cowpea 20.000 plants·ha<sup>-1</sup> - Maize 20.000 plants·ha<sup>-1</sup>), corresponding to treatment 5. Particularity the intercropping treatment with the highest planting density was the most appropriated system for the agroecological NEA conditions.

**Additional keywords:** Intercropping, planting density, plant productivity, economical profit.

## 1. Introducción

En la caracterización del sector de pequeños productores de la región nordeste de Argentina (NEA), realizada por organismos e instituciones oficiales y diversas organizaciones no gubernamentales, se destacan las situaciones y carencias de la población rural tales como: familias numerosas, escasa superficie agrícola disponible, irregularidades en la tenen-

cia de la tierra, escasa tecnificación con preponderancia de los sistemas productivos tradicionales y hereditarios.

Los productos de la "chacra" son utilizados principalmente para autoconsumo en la alimentación básica, generándose algún excedente que puede ser comercializado en la zona, como complemento para la adquisición de los comestibles faltantes.

El uso de los cultivos asociados es una práctica

común en muchos países subdesarrollados y se presenta como una alternativa válida, que permite la mayor diversificación de la producción, el uso más eficiente de la tierra y del tiempo disponible, la reducción de la competencia de la maleza, los efectos dañinos de las plagas, y una mayor estabilidad de producción (Leihner, 1986; Cenóz & Ferrero, 2002).

Alrededor del 50 % de las plantaciones de mandioca de Latinoamérica y África se encuentran en asociación con otras especies (Noguera *et al.*, 1991; Alves, 2002). El poroto es uno de los cultivos más utilizados dentro de estos sistemas consociados; particularmente en Brasil el 75 % de la producción de porotos se realiza bajo este sistema (Andrade *et al.*, 1986). Otras experiencias realizadas con distintos marcos de siembra de cultivos asociados de mandioca-caupí, mandioca-maní, mandioca-maíz y mandioca-soja, llevadas a cabo en Brasil, demostraron que la producción combinada de estas especies en una misma unidad de superficie produce mayor rendimiento cultural y beneficio económico con respecto al sistema de monocultivo (Mattos & Souza, 1986; Mattos & Souza, 1987; Mattos & Souza, 1989).

Particularmente en la zona del NEA también se efectuaron experiencias de cultivos asociados de mandioca-caupí, mandioca-batata y mandioca-maíz, obteniéndose resultados satisfactorios, en términos de rendimientos y beneficios económicos que superaron al monocultivo (Cenóz *et al.*, 1995; Cenóz *et al.*, 1998; Cenóz & Ferrero, 2002).

Sabido es que las especies leguminosas mejoran la fertilidad de los suelos debido a su capacidad para fijar nitrógeno y producir residuos ricos en este nutriente, que pueden retornar al suelo (Giller, 2001). Es práctica de los pequeños productores de África asociar el cultivo de mandioca con las especies leguminosas de ciclo largo tanto como con las de ciclo corto (Adjei-Nsiah *et al.*, 2007). Por su parte, la idea de que el cultivo de mandioca agota los suelos, ha sido recientemente rebatida por Howeler (2002);

quien ha demostrado que esta creencia se basaba en que el mismo tiene una gran capacidad para extraer nutrientes y producir en suelos que ya se encontraban empobrecidos, donde ningún otro cultivo era capaz de desarrollarse.

El cultivo de mandioca asociado con otras especies genera beneficios económicos y productivos que favorecen a los pequeños productores de la zona NEA.

El objetivo del presente trabajo ha sido comparar la productividad y el beneficio económico de cuatro especies cultivadas en el sistema consociado respecto al rendimiento en monocultivo de cada uno de ellos, a fin de poder proponer el sistema más apropiado para la zona del NEA.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Sitio de experimentación y características biogeográficas

Los datos experimentales fueron obtenidos en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, ubicado al noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina (27° 28' 27" S; 58° 47' 00" O), durante la campaña 2006-2007. El clima según Köppen está clasificado como Cf wa (h), mesotermal, sin estación seca, con precipitaciones máximas en otoño y verano muy cálidos, con temperaturas superiores a los 22 °C y media superior a los 18 °C. (De Fina & Ravelo, 1985; INTA, 1996; Strahler & Strahler, 1997).

El suelo del sitio de experimentación se clasifica como Udipsamment Árgico, mixto, hipertérmico, perteneciente a la Serie Ensenada Grande. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 1,5 %. Presenta una granulometría gruesa en superficie, de colores pardo a pardo rojizo en los horizontes subyacentes; profundos (> 100 cm), masivo, muy friable y medianamente a débilmente ácido, en el horizonte A (Soil Survey Staff, 1975 y 1990).

### 2.2 Material biológico

Se evaluaron dos especies de ciclo largo: mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, cv. Rocha) y maní (*Arachis hypogaea* cv. Guaicurú, selección local); y dos especies de ciclo corto, maíz amarillo (*Zea mays* L.) y poroto caupí (*Vigna* sp. cv. Cuarentón, selección local).

**Tabla 1.** Rendimientos totales (kg·ha<sup>-1</sup>) obtenidos para los diferentes tratamientos evaluados en sistemas asociados respecto al monocultivo.

Tratamiento	Monocultivo		Cultivos asociados		% CV
	T1 a T4	T5	T6	T7	
Maíz	6.750	4.602 a	3.800 b	2.550 c	8,03
Poroto caupí	1.000	862 a	697 b	633 b	10,59
Maní	1.800	1.090 a	574 b	550 b	16,91
Mandioca	25.000	19.562 a	18.635 a	15.062 a	14,85

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas (P < 0,05).

### 2.3 Diseño de muestreo

Las plantas estudiadas se cultivaron en el huerto clonal de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo las mismas condiciones ambientales y de manejo cultural. El ensayo fue conducido tratando de reproducir las condiciones habituales de producción utilizadas por los pequeños productores de la zona: sin fertilización, sin irrigación, labranza convencional de suelo; siembra, control de malezas y cosecha manual. Las siembras fueron realizadas simultáneamente en el mes de septiembre para todas las especies. En las parcelas de maíz se sembraron tres semillas por hoyo y dos semanas después se ralearon dejándose solo una planta por hoyo. Las cosechas se realizaron oportunamente según el ciclo de cada cultivo: en el mes de diciembre (maíz y caupí), marzo (maní) y mayo (mandioca).

Se evaluó el comportamiento de cuatro especies implantadas bajo el sistema de monocultivo y bajo el sistema de cultivos consociados, dentro del cual se dispusieron tres densidades de siembra para cada uno de los cultivos bajo estudio.

Los tamaños de parcelas fueron: 20 m<sup>2</sup> para el tratamiento 1 y 14 m<sup>2</sup> para los tres monocultivos restantes (T2, T3 y T4). Para las parcelas en asociación se utilizaron 2,5 m<sup>2</sup>, 3,5 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup> para los tratamientos 5, 6 y 7, respectivamente.

El diseño experimental utilizado fueron bloques completos al azar, donde se distribuyeron siete tratamientos con cuatro repeticiones cada uno.

Los tratamientos (1, 2, 3 y 4) consistieron en cuatro parcelas de monocultivo sembradas a la densidad normal tradicionalmente utilizada por los productores locales.

Tratamiento 1: mandioca 10.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (1 x 1 m).

Tratamiento 2: maní 71.420 plantas·ha<sup>-1</sup> (0,70 x 0,20 m).

Tratamiento 3: caupí 57.140 plantas·ha<sup>-1</sup> (0,70 x 0,25 m).

Tratamiento 4: maíz 57.140 plantas·ha<sup>-1</sup> (0,70 x 0,25 m).

Los tres tratamientos restantes consistieron en la asociación de los cultivos con diferentes densidades de siembra:

Tratamiento 5: con altas densidades: mandioca 5.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (2,00 x 1 m); maní 25.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (2 x 0,20 m); caupí 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (2 x 0,25 m); maíz 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (2 x 0,25m).

Tratamiento 6: con densidades intermedias: mandioca 3.571 plantas·ha<sup>-1</sup> (2,80 x 1 m); maní 17.857 plantas·ha<sup>-1</sup> (2,80 x 0,20 m); Caupí 14.285 plan-

tas·ha<sup>-1</sup> (2,80 x 0,25 m); maíz 14.285 plantas·ha<sup>-1</sup> (2,80 x 0,25 m).

Tratamiento 7: con densidades bajas: mandioca 2.500 plantas·ha<sup>-1</sup> (4 x 1 m); maní 12.500 plantas·ha<sup>-1</sup> (4 x 0,20 m); Caupí 10.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (4 x 0,25 m); maíz 10.000 plantas·ha<sup>-1</sup> (4 x 0,25 m).

La distancia de 2 m (T5), 2,80 m (T6) y 4 m (T7) corresponde al espaciamiento entre líneas de una misma especie.

Cada parcela de los tratamientos consociados (5, 6 y 7) estaba constituida por un línea de cada especie, para el tratamiento 5 la distancia entre líneas fue de 0,50 m; para el tratamiento 6 fue de 0,70 m y para el tratamiento 7 fue de 1 m entre especies. Las distancias entre plantas se mantuvieron constantes para los tres tratamientos consociados: 1 m para mandioca; 0,25 m para maíz y caupí; y 0,20 m para maní.

### 2.4 Variables medidas

De cada tratamiento se evaluó el rendimiento por hectárea (kg·ha<sup>-1</sup>) de cada especie, el uso equivalente de la tierra (UET) y las relaciones costo-beneficio expresado como ingresos brutos por hectárea.

#### 2.4.1 Rendimiento

El rendimiento de los cultivos está expresado en kg·ha<sup>-1</sup>.

El rendimiento del maíz corresponde al peso fresco de la espiga entera sin deschalar, para su consumo como hortaliza de mesa (choclo) en estado de grano lechoso.

El rendimiento del maní corresponde al peso fresco de los granos con cáscara y el del poroto caupí corresponde al peso fresco de los granos sin cáscara.

El rendimiento de mandioca corresponde al peso fresco de las raíces de tamaño comercial.

#### 2.4.2 Uso Equivalente de la Tierra (UET)

Para la evaluación biológica se tomó el concep-

**Tabla 2.** Comparación del Uso Equivalente Tierra (UET) obtenido para las diferentes densidades evaluadas en sistemas asociados respecto a cada monocultivo.

Especie	T5	T6	T7
<b>Maíz choclo</b>	0,68	0,56	0,37
<b>Poroto caupí</b>	0,86	0,69	0,63
<b>Maní</b>	0,60	0,31	0,30
<b>Mandioca</b>	0,78	0,74	0,60
<b>Total</b>	2,92	2,30	1,90

to del Uso Equivalente Tierra (UET) (Mead & Willey, 1980; Vieira, 1984; Mattos & Souza, 2005). El UET es la suma de dos o más cocientes, según el número de cultivos que intervengan en la asociación, en donde cada cociente representa la relación entre la producción obtenida en la asociación y en el monocultivo, para cada una de las especies. La sumatoria de estos cocientes nos indica el UET del sistema, que representa la superficie relativa cultivada en monocultivo necesaria para obtener la misma producción que en la asociación:

$$UET = I_x + I_y + I_z... = A_x/M_x + A_y/M_y + A_z/M_z...$$

Donde los  $A_x$ ,  $A_y$ , y  $A_z$  representan los rendimientos obtenidos en la asociación y  $M_x$ ,  $M_y$  y  $M_z$  son los rendimientos de las especies en monocultivo.

### 2.4.3 Ingreso bruto

El análisis económico corresponde a los ingresos brutos por hectárea que el productor obtendrá realizando el cultivo asociado comparado con el monocultivo, que será lo que realmente determine el sistema de producción. Los montos obtenidos surgen del precio promedio de los últimos tres años (2006-2007-2008) que se paga por cada especie en el Mercado de Comercialización Central de la Provincia de Corrientes, para la época de cosecha evaluada en esta experiencia. Los montos están expresados en pesos y actualmente la cotización de la moneda nacional en el Banco de la Nación Argentina es de 1 dólar estadounidense = 3,86 pesos para la venta.

### 2.4.4 Análisis estadístico

Los análisis de la varianza se realizaron utilizando el software estadístico InfoStat versión 2002 (InfoStat, 2002). Para la confrontación de medias entre los tratamientos 5, 6 y 7; de los cultivos asociados se realizó el test de Duncan ( $P < 0,05$ ). El porcentaje del coeficiente de variación (% CV) de la varia-

ble rendimiento, ha sido calculado de manera individual para cada uno de los cultivos que integran el sistema consociado bajo las tres diferentes densidades de plantación y que se corresponden con los tratamientos 5, 6 y 7.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Análisis del rendimiento

Las especies implantadas bajo el sistema de monocultivo siempre tienen rendimientos superiores respecto a la misma especie implantada bajo el sistema consociado (Tabla 1). Esta respuesta está ampliamente probada en experiencias similares llevadas a cabo en diversos países y con diversas especies evaluadas (Cenóz *et al.*, 1995; Damasceno *et al.*, 2001; Cenóz & Ferrero, 2002; Mattos & Souza, 2005).

Si se analiza el comportamiento de cada especie en particular, puede observarse que:

a) En lo que respecta al rendimiento del maíz ( $6.750 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en monocultivo (Tratamiento 4), sembrado a una densidad tradicional ( $57.140 \text{ plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) respecto de los sistemas consociados, las reducciones del rendimiento oscilan entre 31,8 %, 43,73 % y 61,9 % para los tratamientos 5, 6 y 7, respectivamente. Estadísticamente los rendimientos obtenidos con las diferentes densidades de siembra (Tratamientos 5, 6, 7) se diferencian entre ellos de manera significativa y, entre todos los cultivos evaluados, el maíz es el más sensible a las modificaciones en la densidad de siembra. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Andrade & Sadras (2002) quienes ponen de manifiesto que ante las variaciones de la densidad de plantas de maíz, el rendimiento por unidad de superficie es muy poco estable y que en densidades subóptimas (sistemas consociados) las reducciones de rendimiento se deben a su escasa plasticidad vegetativa y reproductiva (Figura 1a).

b) Las dos leguminosas evaluadas responden de manera similar a los cambios de densidad de siembra. Dentro de los sistemas consociados, tanto el poroto caupí como el maní presentaron rendimientos estadísticamente superiores con la asociación de mayor densidad de siembra (Tratamiento 5), de  $862 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y  $1.090 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente. Ante las variaciones de densidad de plantas, el rendimiento por unidad de superficie es más estable en poroto caupí y maní que en maíz; esto probablemente esté en función de la alta plasticidad vegetativa y reproductiva de ambas especies leguminosas, semejante a la respuesta encontrada por Andrade & Sadras (2002) en cultivos de soja.

**Tabla 3.** Ingresos brutos recibidos por el productor en pesos por hectárea.

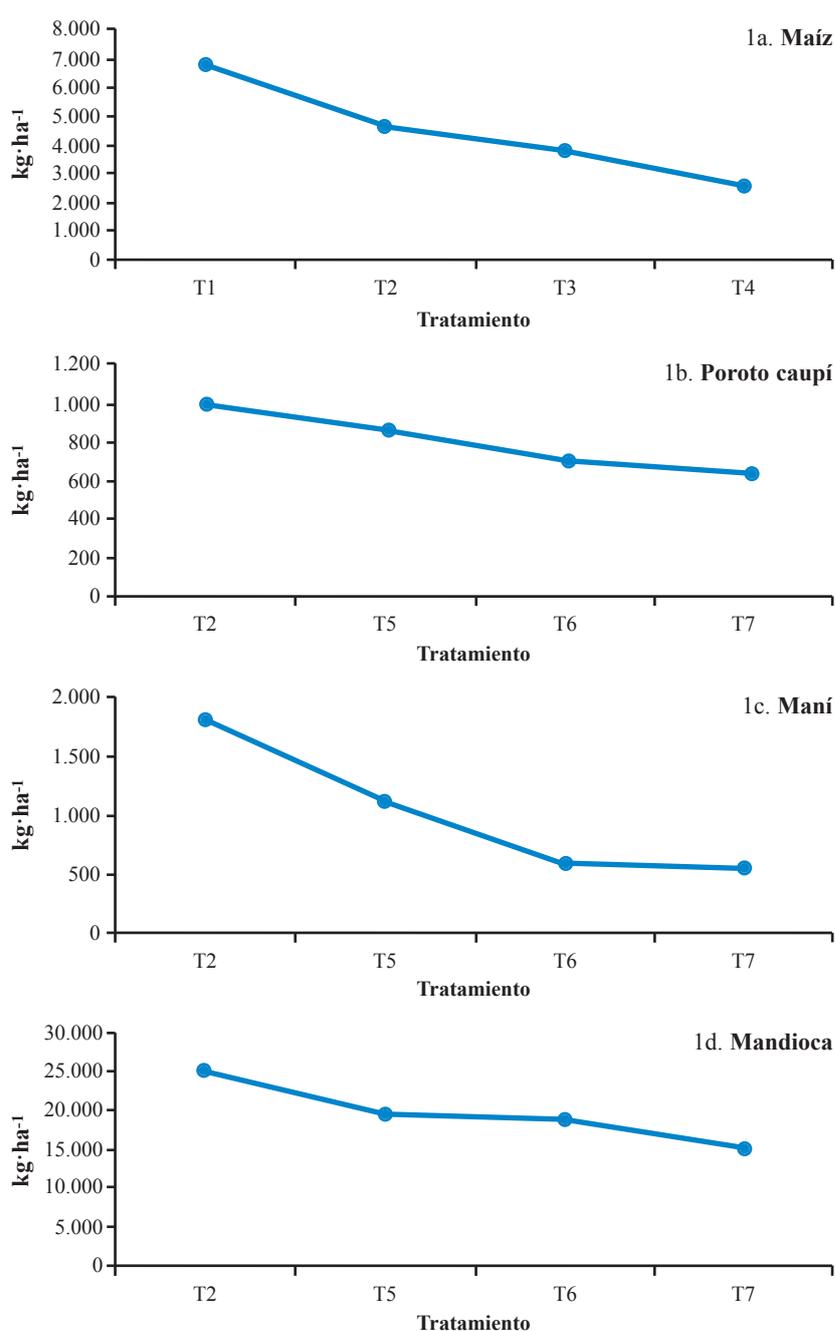
Especie	Monocultivo	T5	T6	T7
<b>Maíz choclo</b>	13.500	7.440	6.000	4.230
<b>Poroto caupí</b>	2.000	1.724	1.394	1.266
<b>Maní</b>	4.500	2.725	1.435	1.375
<b>Mandioca</b>	12.500	9.781	9.317	7.530
<b>Total</b>		21.670	18.146	14.401

De las leguminosas evaluadas, el poroto caupí reduce su rendimiento en 13,8 %; 30,3 % y 36,7 % para los tratamientos 5, 6 y 7, respectivamente, en relación al sistema de monocultivo (Tratamiento 3) y es más estable en densidades medias (Tratamiento 6) y bajas (Tratamiento 7) (Figura 1b).

Por su parte, el maní resultó más sensible a la implantación en consociación, dado que las reducciones del rendimiento son del orden de 39,4 %; 68,1 % y 69,4 % para los tratamientos 5, 6 y 7, respectivamente, si se los compara con el monocultivo (Tratamiento 2) (Figura 1c).

c) El rendimiento de mandioca (25.000 kg·ha<sup>-1</sup>) en monocultivo (Tratamiento 1), a la densidad tradicional de plantación (10.000 plantas·ha<sup>-1</sup>), al pasar a un sistema consociado, con una reducción del 50 % en la densidad de plantación (Tratamiento 5) solo reduce el rendimiento de raíces en 21 %. La mandioca no muestra diferencias significativas de rendimiento entre las diferentes densidades evaluadas en el sistema consociado (Tratamientos 5, 6 y 7), siendo el cultivo que menor variación presenta respecto a las densidades de plantación (Figura 1d). Esta respuesta coincide con evaluaciones realizadas por Mojena & Bertoli (2004) en la que al evaluar los rendimientos de raíces de mandioca con diferentes arreglos espaciales, se observó una respuesta positiva al arreglo más amplio, que al parecer permite hacer un uso más eficiente de la luz, el agua y los nutrientes, compensando así las pérdidas que se producen debido a la menor densidad de plantas. De manera similar, estudios citados por López (2002) y realizados en el CIAT con el fin de evaluar el efecto de la consociación maíz-mandioca respecto del monocultivo, demostraron que el rendimiento de raíces en kg·ha<sup>-1</sup> no se modificaba de manera significativa en respuesta al sistema de cultivo.

De la observación de la Tabla 1 sobre rendimien-



**Figura 1.** Rendimiento (kg·ha<sup>-1</sup>) en función del sistema de producción (monocultivo-consociado) y la densidad de plantas dentro del sistema consociado: a) maíz, b) caupí, c) maní, d) mandioca.

tos totales por densidad, el tratamiento 5 supera estadísticamente a los tratamientos 6 y 7 en tres de las especies (maíz, maní y poroto); mientras la mandioca resulta indiferente.

### 3.2 Análisis de eficiencia del sistema

En la Tabla 2, se puede observar el índice del uso equivalente de la tierra (UET) calculado para cada uno de los tratamientos consociados respecto del monocultivo, habiéndose obtenido el máximo

aprovechamiento (2,92) con alta densidad de siembra dentro de la asociación (Tratamiento 5). En lo que respecta a los tratamientos 6 y 7, con densidades intermedias y bajas, respectivamente, si bien los valores del UET van disminuyendo como consecuencia del menor número de plantas por hectárea, estos siguen siendo positivos lo que indica que la asociación es eficiente, independientemente de la densidad utilizada. El UET del tratamiento 6 es 2,30 y el del tratamiento 7 es 1,90.

De esta forma, serían necesarios 2,92 ha (0,68 ha de maíz + 0,86 ha de poroto caupí + 0,60 ha de maní + 0,78 ha de mandioca); 2,30 ha (0,56 ha de maíz + 0,69 ha de poroto caupí + 0,31 ha de maní + 0,74 ha de mandioca) y 1,90 ha (0,37 ha de maíz + 0,63 ha de poroto caupí + 0,30 ha de maní + 0,60 ha de mandioca) de monocultivo para los tratamientos 5, 6 y 7, respectivamente, para poder obtener las producciones equivalentes a 1 ha en sistema consociado. Estos resultados concuerdan con evaluaciones realizadas por Damasceno *et al.* (2001) y Mattos & Souza (2005) en asociaciones de maíz-poroto-mandioca, en los que se encontraron ventajas en lo que se refiere al análisis del UET para los tratamientos consociados respecto de los respectivos monocultivos.

### 3.3 Análisis económico

El análisis económico que se presenta en la Tabla 3 corresponde a los ingresos brutos que el productor obtendría realizando el cultivo asociado comparado con el monocultivo, que será lo que finalmente determine la conveniencia del sistema de producción.

La densidad de plantación que mayores beneficios ofrece al productor dentro del sistema consociado corresponde al tratamiento 5, con un ingreso bruto de 21.670 \$·ha<sup>-1</sup>; mientras el tratamiento 6 con 18.146 \$·ha<sup>-1</sup> y el tratamiento 7 con 14.401 \$·ha<sup>-1</sup>, si bien resultan menos beneficiosos, siempre son más redituables que bajo el sistema de monocultivos.

La especie que más aportó a la asociación fue la mandioca (45 %) a pesar de su menor valor comercial por kilogramo, debido a su alto rendimiento en raíces. La otra especie de buen aporte económico es el maíz para choclo (35 %), que juntamente con la mandioca contribuyen con un 80 % del ingreso bruto total. Además, la inclusión del cultivo de mandioca dentro del sistema consociado presenta la ventaja de poder diferir o prolongar la cosecha dentro de un lapso considerable sin perder su calidad culinaria.

Esto le permite al productor programar su comercialización y diferir los ingresos en el tiempo, a la vez que reduce el riesgo económico. Estos resultados coinciden con estudios llevados a cabo por Iijima *et al.* (2004), en los que se comprueba las ventajas de introducir mandioca en términos económicos dentro del sistema de consociación de cultivos.

Si bien el maíz junto con el maní son las especies cuyos UET son los más bajos de los sistemas consociados evaluados, el maíz es capaz de aportar por sí mismo el segundo mejor ingreso por hectárea después del cultivo de mandioca dentro de los sistemas consociados propuestos.

Estos valores se obtienen a pesar de que el maíz presenta un UET bajo (0,37) respecto del caupí (0,63) y la mandioca (0,60), pero el alto precio que se paga por el choclo aporta el mayor ingreso al sistema, que juntamente con la mandioca contribuyen con un 80 % del ingreso bruto total.

## 4. Conclusiones

- Los mayores rendimientos dentro de los sistemas consociados se presentaron con altas densidades de siembra (mandioca 5.000 plantas·ha<sup>-1</sup> - maní 25.000 plantas·ha<sup>-1</sup> - Caupí 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup> - maíz 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup>), correspondientes al tratamiento 5.

- Entre los sistemas consociados, también se obtienen mayores ingresos brutos con el tratamiento de alta densidad de siembra, 5.000 plantas·ha<sup>-1</sup> de mandioca - 25.000 plantas·ha<sup>-1</sup> de maní - 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup> de caupí y 20.000 plantas·ha<sup>-1</sup> de maíz (Tratamiento 5).

- Con relación al uso equivalente de la tierra (UET), los tratamientos consociados presentaron valores económicos superiores al monocultivo, particularmente el tratamiento 5 resultó más favorable.

- Con las mayores densidades y arreglos espaciales del sistema consociado de cultivo se aprovecha el espacio agrícola, obteniéndose la máxima eficiencia del sistema productivo, con la mínima competencia interespecífica.

- Estos resultados nos permiten concluir que el sistema de cultivos asociados es más beneficioso en términos económicos y productivos respecto de los monocultivos, además de reducir el riesgo de las fluctuaciones de precios en la comercialización de los productos de cosecha. La incorporación de especies leguminosas, contribuye a la sustentabilidad del sistema productivo tradicional; mientras que los cultivos de mandioca y maíz, que en conjunto apor-

tan los mayores beneficios en términos económicos, de eficiencia (UET) y productividad, son los que no deberían faltar dentro del sistema.

## 5. Bibliografía

- Adjei-Nsiah, S.; Kuyper, T.W.; Leeuwis, C.; Abe-ko, M.K. & Guiller, K.E. 2007 Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legume crop: Effect on soil fertility and maize yield in the forest/savannah transitional agro-ecological zone of Ghana, *Field Crops Research*. pp. 48-58.
- Alves, A.A. 2002. Cassava Botany and Physiology. En: Cassava: Biology, Production and Utilization. Hillocks, R.J.; Tres, J.M. and Bellotti, A.C. (eds). CAB International. London, U.K. 352 p.
- Andrade, A.G.A.De; Nogueira, L.A.; Fernandez, N. & Galvao, J.D. 1986. Produção e componentes da produção em sistemas de cultivos asociados e exclusivos de milho e feijao. *Revista Ceres* 33 (190) pp. 69-78.
- Andrade, F.H. & Sadras, V.O. (eds). 2002. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. EEA INTA Balcarce-FCA UNMP. Argentina, 450 p.
- Cenóz, P.J. & Ferrero, A. 2002. Análisis productivo y alimentario de cultivos asociados. *Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica (CIT) La Serena*. Chile. Vol.13 N° 2. 9-14.
- Cenóz, P.J.; Schroeder, J. & Karacique, R. 1995. Análisis comparativo del efecto de la densidad y distribución de plantas en una consociación Mandioca-Caupí. *Revista Horticultura Argentina*. Vol. 14. N°37, pag. 12-16.
- Cenóz, P.J.; Karacique, R. & Schroeder, J. 1998. Efecto de una consociación Mandioca-Batata, en su aspecto cultural y económico. *Revista Horticultura Argentina*. Vol 17. N°43, pag. 32-35.
- Crews, T.E. & Peoples, M.B. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological trade off and human need. *Agric. Ecosyst. Environ.* 102, 279-297.
- Damasceno, L.S.; Mattos, P.L.P. de & Caldas, R.C. 2001. Arranjos Espaciais de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Monocultivo e Consorciada com Feijao (*Phaseolus vulgaris* L.) e Milho (*Zea mays* L.). *Magistra*, Cruz das Almas - Ba. V.13, N1, jan-jun. [www.magistra.ufrb.edu.br/publica/msagist13/01-13-05c.html](http://www.magistra.ufrb.edu.br/publica/msagist13/01-13-05c.html). Fecha de consulta: 5/08/08.
- De Fina, A.L. & Ravelo, A.C. 1985. Climatología y Fenología Agrícolas. 4° Ed. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. 354 pp.
- Escobar, E.H.; Ligier, D.; Melgar, D.; Matteio, M.; & Vallejos, O. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Iratí de la Provincia de Corrientes, Argentina. P. 129 Publicación del Convenio INTA – ICA y Pcia. de Corrientes CFI Argentina.
- Giller, K.E. 2001. Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems, 2nd ed. Wallingford, UK: CAB International, UK, 405 pp.
- Howeler, R.H. 2002. Cassava mineral nutrition and fertilisations. In: Hillocks, R.H.; Tres, M.J.; Bellotti, A.D. (Eds). Cassava: Biology Production and Utilization CAB International, Wallingford, pp. 115-147.
- Iijima, M.; Yasuhiro, I.; Yuliadi, E.; Sunyoto, S. & Ardjasa, W.S. 2004. Cassava-Based Intercropping System on Sumatra Island in Indonesia: Productivity, Soil erosion, and Rooting zone. *Plant Prod. Sci.* 7(3):347-355.
- INTA. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. Estación Agropecuaria Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales. Corrientes, Argentina. 390 pp.
- InfoStat. 2002. InfoStat versión 1.1. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Leihner, D. 1986. Yuca en cultivos asociados Manejo y Evaluación. Documento N° 50, Capítulo III. pp. 261-309. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- López, J. 2002. Semilla vegetativa de yuca. En: La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Ospina y Ceballos (eds). Cali, Colombia. pp 48-75.
- Mattos, P.L.P. & Souza, A.S. 1986. Consorciacao de mandioca com amendoim. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas. Brasil 5 (1) pp. 71-76.
- Mattos, P.L.P. & Souza, A.S. 1987. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) consorciada com milho (*Zea mays* L) no sistema de fileiras duplas. *Revista Brasileira de Mandioca* Cruz das Almas Brasil 6 (1): pp. 49-53.
- Mattos, P.L.P. & Souza, A.S. 1989. Adaptacao de es-

- pacamentos na consorciacao de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Plantadas en fileras duplas com caupi (*Vigna unguiculada* L.) Revista Brasileira de Mandioca. Cruz das Almas Brasil. 8 (1) pp. 77-81.
- Mattos, P.L.P. & Souza, A.S. 2005. Consorciacao da Mandioca plantada em fileras duplas e simples com culturas de ciclo curto I. mandioca x caupi x milho. Revista Brasileira de Mandioca. Cruz das Almas, v. 18(1): 25-30.
- Mead, R. & Willey, R. 1980. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantages in yield from intercropping. Exp. Agric. 16: 217-228.
- Mojena, M. & Bertoli, M. 2004. Rendimiento de la Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en diferentes arreglos espaciales. Agronomía Costarricense 28 (2): 87-94.
- Noguera, N.; Douglas, M.C. & Viera, J. 1991. Evaluación ecofisiológica de cultivos asociados I. Cannavalia – Sorgo. Agronomía Tropical. 39 (1-3) pp. 45-61.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. EE.UU. Departamento de Agricultura, Servicio de Conservación de Suelos. Traduc. Venezuela. Manual N° 18.
- Soil Survey Staff. 1990. Keys to Soil Taxonomy By Survey Staff SMSS. Technical Monograph N° 6 Fourth Edition. Blacesburg, Virginia. USA.
- Strahler, A.N. & Strahler, A.H. 1997. Geografía Física. 3° Edición. OMEGA. Barcelona, España. 550 pp.
- Vieira, C. 1984. Cultivo consorciado de milho com feijao. Informe Agropecuario. Belo Horizonte v. 10 n° 118 pp. 13-18.