

Diferentes distanciamientos de plantación para un sistema de cultivos consociados de mandioca-maíz-maní en el noreste de Argentina

Different plantation frames for an intercropping system of cassava-maize-peanut in the northeast of Argentina

Angela M. Burgos*, Pedro J. Cénoz y Daniel O. Leiva

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) - Facultad de Ciencias Agrarias. *Correos electrónicos: burgosangela@agr.unne.edu.ar, burgosangela@hotmail.com.

RESUMEN

Una de las maneras de incorporar la diversidad en los sistemas agrícolas, es el uso de especies consociados en el espacio y en el tiempo, como los cultivos consociados (CC). Con ellos, el sistema se vuelve más productivo que con la aplicación de monocultivos (MC). Para evaluar el efecto de diferentes marcos de plantación de mandioca (M), como cultivo principal, sobre el rendimiento del mismo y de los cultivos asociados como maíz (Z) y maní (A), fue llevado a cabo un experimento factorial en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina. Se establecieron 6 tratamientos: T1=MC-M; T2=MC-Z; T3=MC-A; T4=CC-M-Z-A a 0,50 m entre surcos; T5=CC-M-Z-A a 0,75 m entre surcos; T6=CC-M-Z-A a 1,00 m entre surcos. La densidad de plantas de M se mantuvo constante, por consiguiente se modificó el distanciamiento entre plantas a 1,0; 0,67 y 0,50 m para T4, T5 y T6, respectivamente. El diseño experimental se realizó en bloques completos al azar con tres repeticiones, los resultados se analizaron estadísticamente por medio del Análisis de la Varianza con separación de medias a través del test de Tukey ($P \leq 0,05\%$). Los resultados demostraron que con las mayores densidades de los CC correspondientes al T4, consistentes en surcos estrechos distanciados a 0,50 m y distanciamientos entre plantas de M a 1,00 m, se obtuvo la máxima eficiencia y productividad, bajo un modelo sustentable y conservacionista.

Palabras clave: *Manihot esculenta* Crantz, *Zea mays* L., *Arachis hypogaea* L., policultivos, raíces amiláceas.

ABSTRACT

One of the ways to incorporate the diversity in agricultural systems is the use of associated species in space and time as intercropping plants (CC), so that the system becomes more productive compared with the application of monocultures (MC). In order to evaluate the effect of different plantation frame of cassava (M) as the main crop on its performance and on its associated crops, maize (Z) and peanuts (A); a factorial experiment was conducted in the Experimental Field of the School of Agronomy, National University of the Northeast (FCA-UNNE, its Spanish acronym), in Corrientes, Argentina. Six treatments were established: T1=MC-M; T2=MC-Z; T3=MC-A; T4=CC-M-Z-A with 0.50 m between rows; T5=CC-M-Z-A 0.75 m between rows; T6=CC-M-Z-A 1.00 m between rows. The cassava (M) plant density was kept constant, as a result the distance between plants in the rows was modified: 1.0; 0.67 and 0.50 m for T4, T5 and T6, respectively. The experimental design was a randomized complete block with three replicates, the results were statistically analyzed using the analysis of variance with mean separation by Tukey's test ($P \leq 0.05\%$). The results showed that with the highest densities of CC, T4, which consisted of narrow rows spaced 0.50 m and 1.00 m between plants of M, maximum efficiency and productivity were obtained under a conservation and sustainable model.

Key words: *Manihot esculenta* Crantz, *Zea mays* L., *Arachis hypogaea* L., polyculture, starchy roots.

Recibido: 27/11/14

INTRODUCCIÓN

Nicholls y Altieri (2002) afirman que una de las maneras de incorporar la diversidad en los sistemas agrícolas productivos, es el uso de especies asociadas en el espacio y en el tiempo como los cultivos consociados (CC). Esta tecnología de bajos insumos constituye entre el 50 y el 80% de los sistemas de cultivo en zonas tropicales y subtropicales. La coexistencia de diferentes especies establece una competencia parcial entre cultivos que utilizan diferentes (o los mismos) recursos del ecosistema; pero en tiempo y espacios distintos, basados en el principio de producción competitiva (Sarandón y Labrador Moreno, 2002). Otro beneficio de los CC se sustenta en la facilitación: una especie modifica el ambiente facilitando el crecimiento y desarrollo de otras; además, ejercen control sobre las malezas y posibilitan una compensación productiva y económica, si algún componente del sistema falla debido a factores adversos.

Frecuentemente, se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área como CC, que de un área equivalente sembrada en forma de monocultivo (MC), dependiendo de diferentes diseños y ordenamientos espaciales y temporales (Altieri y Nicholls, 2000).

El sistema de cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) más difundido en Argentina es el MC, con labranza convencional y plantación de estacas en un marco de 1 m entre plantas y entre surcos, dando rendimientos promedios de 10000 kg.ha⁻¹ de raíces (Montaldo, 1985), que dejan el suelo descubierto los primeros 3-4 meses del ciclo del cultivo. Por su lento desarrollo inicial, es considerado un cultivo tardío, que no aprovecha en forma completa los factores luz, agua y nutrientes durante los tres primeros meses de su ciclo vegetativo, lo que permite la asociación con un cultivo precoz. De igual manera, al final de su ciclo vegetativo, ya en una fase fenológica de reposo, se produce abscisión foliar, reducción de la interceptación de la radiación incidente y de la tasa de crecimiento. Por lo tanto, ésta última fase del ciclo nuevamente se presta para consociar con otro cultivo (Leihner, 1986).

Las posibles especies a ser consociadas dependen del sitio de producción y de las

posibilidades del productor para su manejo. En este sentido, la consociación con leguminosas y cereales es una alternativa interesante y sustentable; la de mandioca-maíz (*Zea mays* L.) ha sido caracterizada como ecológicamente ventajosa por Olsantan *et al.* (1996) y los pequeños productores de África frecuentemente asocian mandioca con leguminosas de ciclo largo y corto (Adjei-Nsiah *et al.*, 2007). En esta experiencia se evaluó el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) como leguminosa en consociación.

Si bien en el ámbito mundial (Mattos y Souza, 1986; 1987; 1989; 2005; Andrade *et al.*, 1986; Noguera *et al.*, 1991; Alves 2002; Mojena y Bertolí, 2004; Iijima *et al.*, 2004; Adjei-Nsiah *et al.*, 2007) y por experiencias a nivel local (Cenóz *et al.*, 1995; 1998; 2010; Cenóz y Ferrero, 2002) se conocen resultados de numerosos ensayos sobre el CC de mandioca; estos han focalizado el estudio en el uso eficiente de la tierra y en el rendimiento final, además del análisis económico de productividad del sistema. Sin embargo, son escasas y muy recientes las experiencias donde se analiza la dinámica de los componentes ecofisiológicos del rendimiento bajo el sistema de CC, en términos de las interrelaciones de interceptación de la radiación fotosintéticamente activa y modificaciones en la determinación de la biomasa total de cada cultivo participante.

A partir de ello, el objetivo del trabajo ha sido evaluar el desarrollo y rendimiento de la mandioca como cultivo principal en un sistema consociado con maíz y maní, bajo diferentes distanciamientos de plantación respecto a sus monocultivos, para las condiciones agroecológicas del noreste de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), ubicado en el Departamento Capital de la Provincia de Corrientes (27° 28' LS y 58° 16' LO), Argentina.

El clima se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales de 1300 mm, y temperatura media anual de 21,6 °C. El período libre de heladas es de 340 a 360 días por año y la frecuencia de ocurrencia de las mismas es de 0,5. Tomando la clasificación de Köppen modificada

(Pascale y Damario, 2004), el clima en la región se clasifica como mesotermal húmedo Cf w'a (h). El suelo es clasificado como Udipsamment árgico, mixto, hipertérmico, presenta una granulometría gruesa en superficie, mediano a débilmente ácido en el horizonte A, arenoso, sin impedimentos mecánicos, de baja fertilidad (Soil Survey Staff, 1990).

Los materiales biológicos utilizados fueron: especies de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv. Blanca de Santa Catarina), maíz (*Zea mays* L. híbrido tropical) y maní (*Arachys hipogaea* L. tipo Valencia cv. Colorado irradiado).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, se distribuyeron 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Tres tratamientos (T1, T2 y T3) constituían los MC de cada especie sembrada a la distancia tradicional de la zona. Los 3 tratamientos consociados (T4, T5 y T6) surgen de diferentes distancias entre los surcos de las diferentes especies; para poder mantener la misma densidad de mandioca (6666 pl. ha^{-1}) se modificaron los distanciamientos de plantas en el surco (Figura 1).

El distanciamiento entre plantas de maíz y maní dentro de sus respectivos surcos, no se modificó; siendo de 0,25 m para todos los tratamientos.

T1: Monocultivo de Mandioca (M): 1,00 m x 1,00 m = $10000 \text{ pl. ha}^{-1}$

T2: Monocultivo de Maíz (Z): 0,70 m x 0,25 m = $57143 \text{ pl. ha}^{-1}$

T3: Monocultivo (A): 0,70 m x 0,25 m = $57143 \text{ pl. ha}^{-1}$

T4: 0,50 m entre surcos y entre plantas de M 1,00 m

T5: 0,75 m entre surcos y entre plantas de M 0,67 m

T6: 1,00 m entre surcos y entre plantas de M 0,50 m

Cada repetición de los MC contó con 4 surcos, de los que se muestrearon solo los 2 centrales y cada repetición de los CC con 6 surcos de 6 m de largo, de los cuales solo se muestrearon los 4 centrales. De cada repetición se muestrearon 5 plantas por cultivo (15 por tratamiento y por fecha de muestreo).

Las siembras se realizaron en el mes de septiembre (M), octubre (Z) y noviembre (A) durante los años 2010-2011 y 2011-2012. Las cosechas y muestreos se hicieron oportunamente según el ciclo de cada cultivo: en enero (Z), marzo (A) y mayo (M). En Z a madurez fisiológica (R6), que corresponde al máximo peso de granos. En A a madurez de cosecha (R8), cuando un 30% de los frutos llega a su madurez y el 75% de las plantas han alcanzado ese estado. En M a fase de maduración, con máxima acumulación de fécula referida para el cultivar.

Se midieron diferentes variables de acuerdo al cultivo.

Mandioca

Peso Total Raíces Reservantes (PTRR) por planta (kg. pl^{-1}) y por hectárea (kg. ha^{-1})

Peso Raíces Reservantes Comerciales (PRRC) por planta (kg. pl^{-1}) y por hectárea (kg. ha^{-1}).

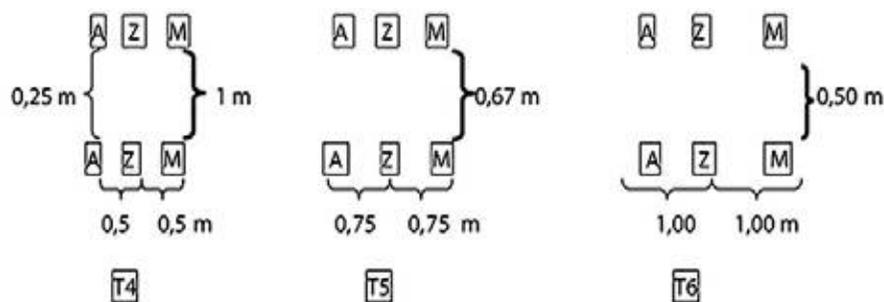


Figura 1. Esquema de distribución de los 3 tratamientos consociados (T4, T5, T6), detallando la distancia entre surcos (0,50; 0,75; 1,00 m) y la distancia entre plantas de mandioca (M) dentro del surco (1,00; 0,67; 0,50 m) para cada tratamiento. Las distancias entre plantas en los surcos de maní (A) y maíz (Z) se mantuvieron constantes (0,25 m).

Peso Raíces Reservantes No Comerciales (PRRNC) por planta (kg.pl^{-1}) y por hectárea (kg.ha^{-1}).

Biomasa Aérea (BA) por planta (kg.pl^{-1}) y por hectárea (kg.ha^{-1}).

Todas las variables mencionadas se hallan expresadas en peso fresco.

Número de Raíces Reservantes Totales (NRRT) por planta y por hectárea.

Longitud (cm) de Raíces Comerciales (LRC).

Diámetro (cm) de Raíces Comerciales (DRC).

Maíz

Número choclos (NCh) por planta y por hectárea.

Radiación interceptada por el Z medido sobre el ápice de las plantas de M (%), utilizando ceptómetro de medición de radiación PAR entre las 11 y las 13 h en 3 lugares por cada parcela según fórmula $li/lo=e^{-ki}$ (Gardner *et al.*, 1985).

Maní

Peso de Maníes en Vainas (PMV) por hectárea (kg.ha^{-1}).

Número de Vainas Llenas (NVL).

Número de Vainas Vanas (NVV).

El número de vainas llenas y vanas se calculó sobre una muestra de 30 maníes totales por tratamiento.

El Uso Eficiente de la Tierra (UET)

El UET es la suma de dos o más cocientes, según el número de cultivos que intervengan en la asociación. 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: $UET = I_x + I_y + I_z... = A_x/M_x + A_y/M_y + A_z/M_z...$

Los A_x , A_y y A_z representan los rendimientos obtenidos en la asociación; y M_x , M_y y M_z los rendimientos de las especies en monocultivo (Mead and Willey, 1980; Mattos y Souza, 2005).

Todas estas variables se expresaron por unidad de superficie en función a la densidad utilizada.

Los datos fueron evaluados estadísticamente con el software InfoStat versión 2002. Se realizaron los análisis de varianza y la comparación de medias entre tratamientos por medio del test de Tukey ($P < 0,05\%$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos permitieron establecer la significancia de las diferencias de medias para las variables relativas a cada cultivo y tratamiento, promediándose ambos ciclos productivos, sin discriminar comportamiento entre años.

Las respuestas encontradas en M se muestran en el Cuadro 1.

A excepción del T6, todos los demás tratamientos superaron el rendimiento promedio de 10 t.ha^{-1} citado por Montaldo (1985) para Argentina (Cuadro 1).

El PTRR. pl^{-1} del T1 y T6 fueron estadísticamente menores que los del T4 y T5, mientras el T1 logró compensar el PTRR. ha^{-1} debido a la mayor densidad de plantación (10000 pl.ha^{-1}). El T6 con igual número de plantas por hectárea que los otros dos CC (6.666 pl.ha^{-1}), no logró compensar el rendimiento (Cuadro 1). Del total de raíces producidas, las comerciales son particularmente aptas para la venta en fresco, mientras las clasificadas como no comerciales son apropiadas para la industrialización o para la alimentación animal.

Particularmente, el PRRC. pl^{-1} fue la variable que manifestó diferencias de significancia estadística que explicaron las encontradas en el PTRR. pl^{-1} . Por su parte, en el PRRNC no hubo diferencias estadísticas, si bien en el T1 se obtuvo una ventaja de 1200 kg.ha^{-1} promedio, en respuesta a la mayor densidad de plantas por hectárea, respecto a los demás tratamientos. El PRRNC contribuyó en un 38% al PTRR en T1 y T6; siendo en T4 y T5 un 25%, demostrándose que en T4 y T5 no solo se alcanza mayor rendimiento, sino también mejor calidad de raíces, más aptas para la comercialización en fresco. De esta manera, se postula que probablemente debido a modificaciones en el área foliar y en la capacidad de interceptar la radiación incidente, la fase de llenado de raíces habría sido afectada en T1 y T6, por lo que no alcanzó a incrementar el PRRC.

Asimismo, se infiere que la estrecha distancia entre plantas (0,5 m) del T6 impondría una alta competencia intraespecífica, que no favorece el PTRR.pl⁻¹, y particularmente el PRRC.pl⁻¹.

El mejor comportamiento de M en T4 y T5 podría asociarse a que los otros cultivos consociados (Z y A) fueron fertilizados y dada la estrecha distancia entre surcos, la M resultó beneficiada indirectamente; esto demostraría la ventaja de producirla dentro del sistema de consociación.

Por planta, el componente del rendimiento asociado al NRRT.pl⁻¹, no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2), pero al estudiarlas en la hectárea, se observó que el reducido número de raíces de T1 es

compensado por la mayor densidad de plantas del tratamiento, lo que determina las diferencias estadísticas que se establecen.

En este sentido, Mojena y Bertolí (2004) señalan que el número de raíces por planta está más influenciado por el clon que por el ambiente, lo cual corrobora los resultados de este trabajo, en los que se observó que el número de raíces fue estadísticamente estable para el cultivar, independientemente del tratamiento utilizado.

En referencia a las variables LRC y DRC promedio de las raíces comerciales de las plantas, no fueron modificadas por los tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 1. Peso Total de Raíces Reservantes (PTRR), Peso de Raíces Reservantes Comerciales (PRRC) y Peso de Raíces Reservantes No Comerciales (PRRNC) de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) expresadas en kilogramos por planta (kg.pl⁻¹) y en kilogramos por hectárea (kg.ha⁻¹).

Tratamiento	PTRR (kg.pl ⁻¹)	PTRR (kg.ha ⁻¹)	PRRC (kg.pl ⁻¹)	PRRC (kg.ha ⁻¹)	PRRNC (kg.pl ⁻¹)	PRRNC (kg.ha ⁻¹)
T1	1,18 a	11801 b	0,73 a	7303 a	0,45 a	4498 a
T4	1,99 b	13280 b	1,51 b	10080 b	0,48 a	3200 a
T5	1,83 b	12217 b	1,36 b	9071 b	0,47 a	3147 a
T6	1,27 a	8522 a	0,79 a	5288 a	0,49 a	3234 a
CV (%)	22,0	22,87	22,99	23,68	26,07	24,3

Letras distintas indican diferencias significativas dentro de las columnas (Tukey P_≤0,05)

Cuadro 2. Número de Raíces Reservantes Totales (NRRT) por planta (pl) de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) y por hectárea (ha).

Tratamiento	NRRT.pl ⁻¹	NRRT.ha ⁻¹
T1	4,86 a	48600 b
T4	6,62 a	44128 b
T5	6,43 a	43329 b
T6	4,13 a	27530 a
CV (%)	22,03	23,00

Letras distintas indican diferencias significativas dentro de las columnas (Tukey P_≤0,05).

La BA fresca que está representada por los tallos y hojas, es estadísticamente menor en el MC-T1 (Cuadro 3). Las fuentes (hojas) disminuidas explicarían los destinos (raíces) también disminuidos (Cuadro 1), explicando las diferencias en los rendimientos.

En los tratamientos CC, del mes de diciembre, se midió la radiación interceptada por el cultivo de Z a la altura del ápice superior de las plantas de M, a fin de evaluar el grado de sombreado de las primeras sobre las segundas, bajo diferentes distancias de entresurcos. A pesar de los distintos espaciamentos, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de CC, mostrando valores de intercepción de 35, 34 y 40% en el T6, T5 y T4, respectivamente, mientras que las plantas de M del MC (T1) recibieron el 100% de la radiación incidente.

En este sentido, Z se cosechó en el mes de enero, cuando la planta de M aún no iniciaba el estado de engrosamiento de raíces que se da entre los 148 y 175 DDP, según experimentos realizados en esta misma localidad por Burgos *et al.* (2013). Por esta razón, el corto periodo de convivencia con el cultivo de mayor altura no habría afectado el rendimiento de las raíces de M.

Respecto a Z, el número de choclos (espigas) logrados por planta, fue significativamente menor únicamente en el T6, respecto a los otros tratamientos, incluido el MC (Cuadro 4). En el T6, la mayor cantidad de plantas de M en el líneo, podrían haber generado alta competencia por los recursos edáficos (hídricos y nutricionales). Las diferencias en los rendimientos de choclos por hectárea, se explican por el componente asociado al número de plantas.ha⁻¹ de Z que impone cada tratamiento: 57143, 26666, 17857 y 13333 para el MC-T2 y los CC-T4, T5 y T6, respectivamente (Cuadro 4).

En lo que respecta al cultivo A, el rendimiento expresado en maníes en vainas por hectárea no se diferenció estadísticamente entre los obtenidos en MC-T3 y los de los CC en los tratamientos T4 y T5 (Cuadro 5). El T6 no favoreció el rendimiento, encontrándose gran cantidad de vainas vanas. Según Pedelini (2008) si bien la siembra se realiza tradicionalmente con distanciamientos de 0,70 m (T3), el aumento de plantas (T4 y T5) no disminuye el rendimiento.

Las observaciones realizadas a través de este ensayo en el campo permiten hacer notar que en el T6, el A cubrió el amplio entresurco de 1 m con un importante volumen de masa verde y si bien su rendimiento fue significativamente inferior al de los demás tratamientos, logró un excelente control de malezas respecto del T1 con igual distancia de entresurco; situación que es sumamente valorada por los pequeños productores de mandioca.

Finalmente, en la Cuadro 6 se muestra el UET calculado para cada uno de los tratamientos CC respecto del MC, habiéndose obtenido el máximo aprovechamiento (2,83) con alta densidad de siembra dentro de la asociación T4.

En lo que respecta a los tratamientos T5 y T6, 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 T5 es 2,72 y el de T6 es 1,74. De esta forma, serían necesarios 2,83 ha (1,56 ha de M+ 0,46 ha de Z + 0,81 ha de A); 2,72 ha (1,44 ha de M+ 0,41 ha de Z + 0,87 ha de A) y 1,74 ha (1,00 ha de M+ 0,23 ha de Z + 0,51 ha de A) de monocultivo para los tratamientos T4, T5 y T6, respectivamente, necesarias para poder obtener las producciones equivalentes a 1 ha en sistema CC. Estos resultados concuerdan con evaluaciones realizadas por Damasceno *et al.* (2001) y Mattos y Souza (2005) en asociaciones de maíz-porotomandioca, en las que se encontraron ventajas relacionadas al análisis del UET para los tratamientos CC respecto a los monocultivos. Asimismo, Cenóz *et al.* (2010) coincidentemente encontraron que los mayores rendimientos dentro de los sistemas CC se presentaron con altas densidades de siembra de maíz-maní-mandioca-caupí.

En términos generales, el T4 resultó más favorable para los tres cultivos, con resultados significativos en relación a los componentes del rendimiento de raíces de M (peso y número), longitud y diámetro de las mismas; mayor número de choclos por hectárea para Z; menor vaneos de vainas y mayor rendimiento por hectárea y por planta de A.

Cuadro 3. Longitud (LRC) y Diámetro (DRC) de Raíces Comerciales promedio por planta (cm) y peso de la Biomasa Fresca Aérea (BA) por planta de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) y por hectárea.

Tratamiento	LRC (cm)	DRC (cm)	BA (kg.pl ⁻¹)	BA (kg.ha ⁻¹)
T1	30,15 a	4,92 a	0,294 a	2947,67 a
T4	33,38 a	5,63 a	0,526 ab	3510,76 ab
T5	31,40 a	4,96 a	0,800 b	5338,36 b
T6	29,83 a	4,90 a	0,595 ab	3966,27 ab
CV (%)	10,47	7,10	30,00	29,00

Letras distintas indican diferencias significativas dentro de las columnas (Tukey $P \leq 0,05$).

Cuadro 4: Número de Choclos (NCh) por planta (pl) y por hectárea (ha).

Tratamiento	Nch.pl ⁻¹	Nch.ha ⁻¹
T2	1 b	57143 d
T4	1 b	26800 c
T5	0,9 b	15840 b
T6	0,5 a	6800 a
CV (%)	14,66	15,00

Letras distintas indican diferencias significativas dentro de las columnas (Tukey $P < 0,05$).

Cuadro 5. Peso de Maníes en Vainas (PMV), Número de Vainas Llenas (NVL) y Número de Vainas Vanas (NVV).

Tratamiento	PMV (kg.ha ⁻¹)	NVL	NVV
T3	1166,26 b	19 b	11 a
T4	948,73 b	19 b	11 a
T5	1019,17 b	10 a	20 b
T6	598,00 a	15 b	15 a
CV (%)	25	9,78	10,08

Letras distintas indican diferencias significativas dentro de las columnas (Tukey $P \leq 0,05$).

Cuadro 6. Comparación del Uso Eficiente de la Tierra (UET) obtenido para diferentes tratamientos en sistemas consociados (CC) respecto a cada monocultivo (MC).

	T4	T5	T6
Mandioca	1,56	1,44	1,00
Maíz	0,46	0,41	0,23
Maní	0,81	0,87	0,51
TOTAL	2,83	2,72	1,74

En esencia, lo que se pretende es promover la autosuficiencia alimentaria del campesino, dejando de lado el modelo de agricultura especializada orientada a la exportación, por un modelo que reconozca la diversidad ecológica y cultural del nordeste de Argentina (Altieri y Nicholls, 2000).

Lograr una densidad óptima por hectárea en el cultivo, constituye una forma económica y sencilla para aumentar los rendimientos. El espacio agrícola se aprovecha si se diseñan arreglos espaciales con posibilidades para intercalar cultivos con mínima competencia interespecífica, que mantengan rendimientos elevados y a la vez permitan efectuar las prácticas culturales (Mojena y Bertolí, 2004).

CONCLUSIONES

Con las mayores densidades del sistema consociado de cultivo T4 se aprovecha el espacio agrícola, obteniéndose la máxima eficiencia del sistema productivo, con la mínima competencia interespecífica.

El sistema de cultivos asociados mandioca-maní-maíz es más beneficioso en términos productivos respecto a los monocultivos. Así pues, la incorporación de especies leguminosas contribuye a la sustentabilidad del sistema productivo tradicional; mientras que los cultivos de mandioca y maíz, que en conjunto aportan los mayores beneficios en términos económicos de eficiencia (UET) y productividad; son los que no deberían faltar dentro del sistema.

AGRADECIMIENTO

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (P.I. A002/11 y P.I. A002/14) por el financiamiento del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Adjei-Nsiah, S., T. W. Kuyper, C. Leeuwis, M. K. Abekoe and K. E. Giller. 2007. Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legume crops: Effects on soil fertility and maize yields in the forest/savannah transitional agro-ecological zone of Ghana, *Field Crops Research*. 103:87-97.
- Altieri, M. y C. I. Nicholls. 2000. *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. 257 p.
- Alves, A. A. C. 2002. *Cassava Botany and Physiology*. En: RJ Hillocks, JM Thresh; AC Belloti (eds). *Cassava: Biology, Production and Utilization*. Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI) Publishing, New York. 5:67-89.
- Andrade, A. G. A., L. A. Nogueira, N. Fernandez e J. D. Galvao. 1986. Produção e componentes da produção em sistemas de cultivos asociados e exclusivos de milho e feijão. *Revista Ceres*. 33:69-78.

- Burgos, A. M., J. Prause, J. A. Arguello y P. J. Cenóz. 2013. Fenología de los estados vegetativos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en base al tiempo térmico. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO), Argentina. 45:43-52.
- Cenóz, P. J. y A. Ferrero. 2002. Análisis productivo y alimentario de cultivos asociados. Revista Internacional del Centro de Información Tecnológica (CIT). La Serena, Chile. 13:9-14.
- Cenóz, P. J., J. Schroeder y R. Karacinque. 1995. Análisis comparativo del efecto de la densidad y distribución de plantas en una consociación Mandioca-Caupí. Revista Horticultura Argentina. 14:12-16.
- Cenóz, P. J.; R. Karacinque y J. Schroeder. 1998. Efecto de una consociación Mandioca-Batata, en su aspecto cultural y económico. Revista Horticultura Argentina. 17:32-35.
- Cenóz, P. J., A. M. Burgos y C. N. Balbi. 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). Revista Horticultura Argentina. 29:18-25.
- Damasceno, L. S. da P., P. L. P. de Mattos e R. C. Caldas. 2001. Arranjos espaciais de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en monocultivo e consorciada con feijao (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.). Revista Magistra. 13:21-28.
- Gardner, F. P., R. Brent Pearce and R. L. Mitchel. 1985. Carbon Fixation by crop canopies. **En:** Physiology of Crop Plants. Gardner, F. P.; R. Brent Pearce; R. L. Mitchel (eds). Iowa State University Press. pp. 31-57.
- Iijima, M., I. Yasuhiro, E. Yuliadi, S. Sunyoto and W. S. Ardjasa. 2004. Cassava-Based Intercropping System on Sumatra Island in Indonesia: Productivity, Soil erosion, and rooting zone. Plant Production Science. 7:347-355.
- Leihner, D. 1986. Yuca en cultivos asociados Manejo y Evaluación. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 700 p.
- Mattos, P. L. P. e A. S. Souza. 1986. Consorciacao de mandioca com amendoim. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas. 5(1):71-76.
- Mattos, P. L. P. e A. S. Souza. 1987. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) consorciada com milho (*Zea mays* L.) no sistema de fileras duplas. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas. 6:49-53.
- Mattos, P. L. P. e A. S. Souza. 1989. Adaptacao de espacamentos na consorciacao de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Plantadas en fileras duplas com caupí (*Vigna unguiculata* L.) Revista Brasileira de Mandioca. 8:77-81.
- Mattos, P. L. P. e A. S. Souza. 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. 18:25-30.
- Mead, R. and R. Willey. 1980. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantages in yield from intercropping. Experimental Agriculture. 16:217-228.
- Mojena, M. y M. P. Bertolí. 2004. Rendimiento en la yuca (*Manihot esculenta*) en diferentes arreglos espaciales. Agronomía Costarricense. 28:87-94.
- Montaldo, A. 1985. La yuca o mandioca. Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. 386 p.
- Nicholls, C. y M. Altieri. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. Manejo integrado de Plagas y Agroecología. 65:50-64
- Noguera, N., M. Ch. Douglas y J. Viera. 1991. Evaluación eco fisiológica de cultivos asociados. I. Cannavalia -Sorgo. Agronomía Tropical. 39:1-3.
- Olasantan, F. O., H. C. Ezumah and E. O. Lucas. 1996: Effects of intercropping with maize on the micro-environment, growth and yield of cassava. Agriculture, Ecosystems and Environment. 57:149-158.

- Pascale, A. J. y E. A. Damario. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 550 p.
- Pedelini, R. 2008. Mani. Guía Práctica para su cultivo. Publicaciones Regionales Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Boletín de Divulgación Técnico. 2:21.
- Sarandón, S.J. y J. Labrador Moreno. 2002. El uso de policultivos en la agricultura sustentable. **En:** Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. S. Sarandón (Ed.). Ediciones Científicas Americanas, La Plata. pp. 189-222.
- Soil Survey Staff. 1990. Keys to Soil Taxonomy by Survey Staff SMSS Technical Monograph N° 6 Fourth Edition. Blacesburg, Virginia. United States of America. pp. 195-224.