

Producción de biomasa aérea y uso equivalente de la tierra en intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.)

*Production of aerial biomass and equivalent land use in alfalfa (*Medicago sativa* L.) intercropping*

T. W. Pereyra, H. R. Pagliaricci, A. E. Ohanian y M. J. Bonvillani

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto,

Ruta Nacional 36 km 601, Córdoba, Argentina

E-mail: tpereyra@ayv.unrc.edu.ar

RESUMEN

Tradicionalmente, el incremento de la productividad se ha asociado al aumento del rendimiento a través del mejoramiento genético y las prácticas de manejo del cultivo. Sin embargo, si se considera la producción por unidad de área y de tiempo, el sistema de intercultivos puede ser otra forma de mejorar la rentabilidad. El objetivo del experimento fue determinar la biomasa producida y el uso equivalente de la tierra en monocultivo e intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con sorgo sudán (*Sorghum sudanense* L.) y avena (*Avena sativa* L.). Se determinó la biomasa aérea de todos los tratamientos (expresada por unidad de superficie) y el uso equivalente de la tierra. El diseño fue completamente aleatorizado, dispuesto en bloques con dos repeticiones. Los resultados se sometieron a un ANOVA y las medias se compararon mediante la prueba de Duncan, a través del paquete estadístico INFOSTAT. El intercultivo alfalfa-sorgo triplicó la producción de alfalfa en relación con el monocultivo, mientras que alfalfa-avena no superó la producción de alfalfa pura en los meses de invierno. El intercultivo alfalfa-sorgo fue un 57 % más eficiente en el uso de la tierra que sus respectivos monocultivos, mientras que alfalfa-avena no logró superar la unidad.

Palabras clave: biomasa, *Medicago sativa*, uso múltiple de la tierra

ABSTRACT

Productivity increase has traditionally been associated to yield increase through breeding and crop management practices. Nevertheless, if production is considered per area and time unit, the intercropping system may be another way to improve cost-effectiveness. The objective of the experiment was to determine the produced biomass and the equivalent land use in alfalfa (*Medicago sativa* L.) monocrop and intercrops with sorghum Sudan (*Sorghum sudanense* L.) and oat (*Avena sativa* L.). The aerial biomass of all the treatments (expressed per surface unit) and the equivalent land use were determined. The design was completely randomized, arranged in blocks with two repetitions. The results were subject to an ANOVA and the means were compared through Duncan's test, by means of the statistical pack INFOSTAT. The alfalfa-sorghum intercrop triplicated the alfalfa production with regards to the monocrop, while alfalfa-oat did not exceed the production of pure alfalfa in the winter months. The alfalfa-sorghum intercrop was 57 % more efficient in land use than the respective monocrops, while alfalfa-oat did not surpass the unit.

Key words: biomass, *Medicago sativa*, multiple land use

INTRODUCCIÓN

El proceso de agriculturización –en especial el nivel de expansión del cultivo de la soya (*Glycine max* L.)–, a partir de sus precios en el mercado internacional y los excelentes resultados

económicos, ha provocado el desplazamiento de la ganadería a zonas menos aptas para la agricultura; en un inicio hacia la región central de Argentina, principalmente la pampa subhúmeda, y después hacia la región semiárida. Probablemente en el futuro, con la incorporación de tecnologías como

el riego y los materiales genéticos –los cuales son capaces de producir con menores requerimientos de agua– ocurra algo similar en las regiones áridas. Este fenómeno parece irreversible, ya que toda superficie ocupada por la agricultura difícilmente vuelva a ser utilizada por otros sistemas de producción, más aún si la actividad que ha sido desplazada es la ganadería (Pagliaricci, Sacido y Herrero, 2008).

En los sistemas mixtos de producción, la competencia que se genera entre la agricultura y la ganadería limita al máximo la superficie destinada a los cultivos anuales, ya que estos compiten por el uso de la tierra con los cultivos agrícolas, debido a los tiempos prolongados de ocupación de los lotes– desde su elección y preparación hasta el momento de la primera utilización (Pereyra, 2005).

El creciente interés en la sustentabilidad de los sistemas agrícolas ha conducido, en los últimos años, a significativos desarrollos de las prácticas agrícolas en América del Norte (sistemas de cero y mínima labranza, reducciones en las prácticas agrícolas de verano, etc.). Existe también un creciente interés en las formas alternativas para el manejo de los nutrientes, particularmente el papel de las leguminosas en el abastecimiento de nitrógeno a otros cultivos mediante la rotación de estos y las técnicas de interseembra (Thiessen-Martens, Entz y Hoepfner, 2005).

Tradicionalmente, el incremento de la productividad se ha asociado al aumento del rendimiento a través del mejoramiento genético y las prácticas de manejo del cultivo. Sin embargo, si se considera la producción por unidad de área y tiempo, el sistema de intercultivos puede ser otra forma de mejorar la rentabilidad (Calviño, Cirilo, Caviglia y Monzón, 2005).

El intercultivo es un sistema de producción en el que se cultivan, de forma simultánea, dos o más especies durante una parte o todo el ciclo de vida (Ofori y Stern, 1987). El éxito de esta práctica se basa en el aprovechamiento diferenciado de los recursos por parte de los cultivos integrantes (Li *et al.*, 2001). Asimismo, algunas combinaciones de especies en intercultivo logran una mayor eficiencia en la captación o la utilización de los recursos disponibles que los cultivos tradicionales (Morris y Garrity, 1993; Caviglia, Sadras y Andrade, 2004).

Los intercultivos de gramíneas anuales invernales con alfalfa se han sugerido como una solución a los problemas de escaso crecimiento invernal (Vartha, 1976). Por su parte Fernández,

Vergara, Virnolo y Laterra (1997) señalan que la siembra conjunta de un cultivo anual con especies forrajeras perennes no solo ofrece ventajas económicas, sino que también representa una contribución a la sustentabilidad ecológica debido a los menores requerimientos de labores y biocidas, y al uso racional y eficiente del suelo.

De acuerdo con las premisas descritas, el objetivo de este trabajo fue comparar el rendimiento de biomasa aérea y el uso equivalente de la tierra en intercultivos de alfalfa con sorgo sudán y avena, en relación con sus respectivos monocultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental. El estudio se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado en el Departamento Río Cuarto, Córdoba, Argentina (32° 33' LS y 63° 10' LE).

Clima y suelo. El clima es templado subhúmedo, con régimen de precipitaciones tipo monzónico (80 % de las lluvias concentradas en el periodo octubre-abril) y con una precipitación media anual de 850 mm. El balance hídrico presenta un déficit de entre 50 y 300 mm/año, de acuerdo con el régimen de lluvia. Las principales adversidades climáticas son: las sequías, las heladas extemporáneas, el granizo y la intensidad de las precipitaciones.

La temperatura media anual (1977-2006) es de 15,8 °C; el mes más frío es julio (9,9 °C), y el más cálido, enero (22,8 °C) (Degioanni, 1998). Durante el periodo de estudio los valores térmicos y de precipitación registrados estuvieron acordes a las medias históricas (fig. 1).

El suelo se clasifica como Hapludol típico, sin problemas de drenaje interno o externo, y se caracteriza por un relieve plano, con pendientes menores al 2 %. El material originario está constituido, principalmente, por sedimentos de tipo loésicos franco-arenosos muy finos, de la Formación la Invernada (Cantú, 1992).

La composición química (tabla 1) muestra que no existen restricciones para la disponibilidad de nutrientes debido a su neutralidad. El valor de materia orgánica (MO) se corresponde con la media zonal, los cationes mantienen una relación equilibrada con respecto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el valor de disponibilidad de fósforo (P) está acorde con los requerimientos de los cultivos utilizados en la experiencia.

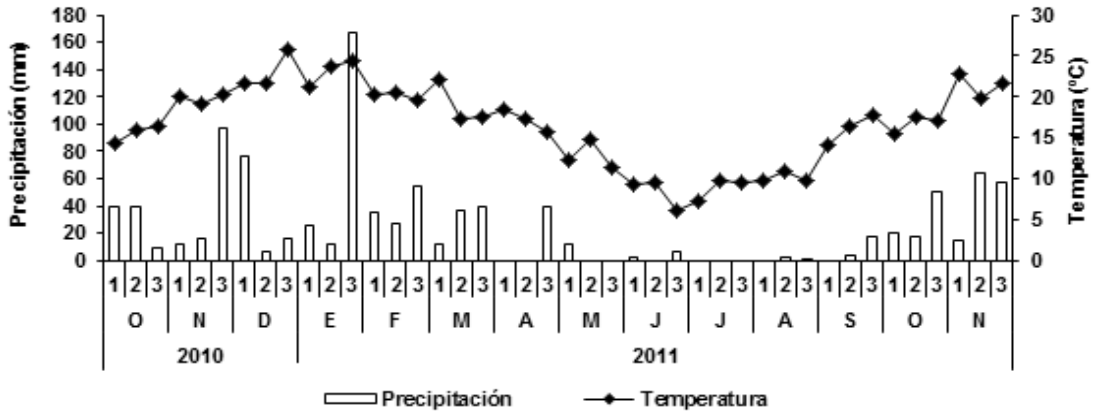


Fig.1. Precipitación (por década) mensual (mm) y temperatura media (°C) del periodo de estudio. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Tabla 1. Composición química del suelo del área experimental.

pH	N total (%)	MO (%)	CIC (meq/100 g)	Cationes intercambiables (meq/100 g)				P (ppm)	K ₂ O (cmol/kg)
				Ca	Mg	K	Na		
6,9	0,32	2,2	19,34	12,19	2,57	3,02	0,1	17,2	1,35

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, dispuesto en bloques con dos repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) alfalfa en monocultivo, 2) intercultivo de alfalfa con especies anuales, y 3) monocultivo de especie anual. El tamaño de cada parcela experimental fue de 108 m² y estas se separaron a una distancia de 1,5 m. Los resultados se sometieron a un ANOVA y los promedios se compararon a través de la prueba de Duncan (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Procedimiento experimental. Sobre una pastura de alfalfa (*Medicago sativa* L.) cv. La Sureña, de grado 7 de reposo invernal –implantada en marzo de 2009 con una densidad de 12 kg/ha y distancia entre líneas de 0,175 m–, se establecieron tres tratamientos: 1) monocultivo: alfalfa pura; 2) intercultivo: alfalfa-sorgo (primavera-verano 2010-2011) y 3) alfalfa-avena (otoño-invierno 2011). Después de un corte con segadora, con una sembradora de siembra directa se intersembraron: sorgo sudán cv. F 700, el 18 de noviembre de 2010, a razón de 18 kg de semilla viable por hectárea y a 0,52 m entre líneas; y avena cv. Cristal-INTA, el 7 de abril de 2011, con una densidad de 90 kg/ha y a 0,175 m entre líneas. El tercer tratamiento estuvo constituido por monocultivos de sorgo y avena,

los cuales se sembraron en una superficie sin la presencia de alfalfa.

Los tratamientos no fueron fertilizados y se aplicó riego complementario, con la finalidad de minimizar la probabilidad de restricciones hídricas; para ello se realizaron aplicaciones mensuales de 30 mm, con un equipo autopropulsado de avance lateral. La biomasa aérea se determinó mediante muestreos a ras del suelo, con una unidad de superficie de 0,25 m². Las muestras se separaron en componentes (alfalfa y gramíneas anuales) y se introdujeron en una estufa de ventilación forzada hasta alcanzar peso constante. Los valores se expresaron en kilogramo por unidad de superficie (kg de MS/ha). Se tomaron seis muestras por tratamiento y la frecuencia de muestreo se determinó a partir del 10 % de floración o aparición de brotes basales en la alfalfa (Cangiano, 1997).

El uso equivalente de la tierra (UET) se estimó con los valores de biomasa, según la siguiente expresión:

$$UET = \sum Ci/Cp$$

Donde:

Ci: producción de biomasa de cada uno de los componentes del intercultivo.

Cp: producción de biomasa en cultivo puro (Willey y Osiru, 1972).

Para determinar el efecto de la interseembra sobre el cultivo de alfalfa se midió la cobertura (%), la densidad de plantas (número de plantas por metro cuadrado), el diámetro de la raíz y la corona (cm), y el peso seco (g). El porcentaje de cobertura se determinó en el campo a través del método de espacios libres, contando en la línea de siembra la cantidad de espacios vacíos mayores a 10 cm (Spada, 2001). El número y el tamaño de las plantas se determinaron mediante la extracción de todos los individuos en 50 cm sobre la línea de siembra, para lo cual se tomaron 10 muestras en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Periodo primavera-estival

La biomasa aérea se obtuvo a partir de tres cortes realizados durante el periodo de crecimiento del sorgo sudán. En la tabla 2 se presentan los valores de la producción de biomasa por corte y la acumulada, del 11 de enero al 1ro. de abril 2011 (sumatoria de tres fechas de muestreo), para todos los tratamientos.

La producción de biomasa aérea del intercultivo alfalfa-sorgo fue estadísticamente superior ($P \leq 0,05$) a la del monocultivo de alfalfa en los tres cortes y en la producción total del ciclo; sin embargo, no logró superar la del monocultivo de sorgo, que no tuvo diferencias significativas en los cortes de enero y abril. El monocultivo de sorgo fue estadísticamente superior ($P \leq 0,05$) al intercultivo alfalfa-sorgo solo en el corte de febrero y en el acumulado.

El intercultivo alfalfa-sorgo triplicó la producción de alfalfa en monocultivo en los meses de enero y febrero y en el total del ciclo, con valores promedio de 4,6 t de MS/ha para la asociación y 1,7 t de MS/ha para la alfalfa pura durante el periodo,

y un total de 13,8 y 5,1 t de MS/ha (respectivamente) para la sumatoria de los tres cortes. El monocultivo de sorgo expresó su máximo potencial en el corte de febrero, con una producción de biomasa aérea que duplicó la del intercultivo (11,01 vs. 5,01 t de MS/ha); sin embargo, cuando se comparó la producción total del ciclo la diferencia fue de 6,04 t de MS/ha a favor del sorgo (tabla 2).

La asociación alfalfa-sorgo mostró que en una misma superficie se puede producir entre 120 y 150 % más de biomasa aérea que la producida por la alfalfa pura, y un 75 % respecto a lo que produce el sorgo en monocultivo. Al respecto, en la Estación Experimental Agropecuaria de Paraná se sembraron intercultivos de soja y maíz para la producción de forraje con el objetivo de hacer ensilaje, y se encontró que la asociación produjo un 75 % de lo obtenido en el monocultivo de maíz y duplicó la del monocultivo de soja (Díaz, López y Peltzer, 2012).

La competencia inicial por la luz y los nutrientes durante la etapa de emergencia, causada por el rebrote de la alfalfa, podría explicar la menor producción de sorgo en el intercultivo en relación con el monocultivo; ello se debió a un crecimiento menos vigoroso de las plantas, lo que disminuyó la capacidad de producción de biomasa. Caviglia (2007) señaló que los intercultivos presentan aspectos competitivos cuando crecen de forma simultánea, debido a la gran competencia que se genera por la luz.

El uso equivalente de la tierra permitió calcular la superficie promedio que necesitarían los monocultivos para producir lo que la asociación alfalfa-sorgo generó en una misma área. Para la confección de este índice se utilizaron los valores de biomasa obtenidos en todos los tratamientos durante el periodo de crecimiento del sorgo. En la tabla 3 se muestran los valores de UET para el intercultivo alfalfa-sorgo, entre el 11 de enero y el 4 de abril de 2011.

Tabla 2. Producción de biomasa aérea de intercultivos de alfalfa con sorgo sudán y sus respectivos monocultivos (t de MS/ha).

Tratamiento	Fecha de corte			Acumulado
	11/01/2011	25/02/2011	01/04/2011	
Alfalfa monocultivo	1,88 ± 0,64 ^a	1,76 ± 0,60 ^a	1,41 ± 0,42 ^a	5,05 ± 1,32 ^a
Alfalfa + sorgo	5,92 ± 1,17 ^b	5,01 ± 1,30 ^b	2,86 ± 1,00 ^b	13,81 ± 2,53 ^b
Sorgo monocultivo	6,33 ± 1,22 ^b	11,01 ± 2,11 ^c	2,43 ± 0,93 ^b	19,85 ± 2,73 ^c

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P \leq 0,05$)

Tabla 3. UET en intercultivos de alfalfa-sorgo y sus respectivos monocultivos.

Tratamiento	UET
Alfalfa + sorgo	1,57
Alfalfa monocultivo	1,00
Sorgo monocultivo	1,00

El intercultivo alfalfa-sorgo presentó un valor de UET de 1,57; al tomar como referencia la unidad para un monocultivo, este valor permite afirmar que –como promedio– el sorgo y alfalfa puros necesitan un 57 % más de superficie que la asociación entre ellos para producir la misma cantidad de biomasa aérea. Al respecto, en intercultivos de *Zea mays* y *Vigna sinensis*, Eskandari (2012) encontró que en todas las combinaciones posibles de surcos entre ambas especies el UET siempre fue superior a la unidad. Resultados similares reportó Al-Suhaibani (2010) con la asociación de alfalfa y trébol blanco en distintas combinaciones de arreglo espacial, en las que el UET siempre superó el valor unitario.

Periodo otoño-invierno primaveral

La biomasa aérea se obtuvo a partir de cuatro cortes realizados durante el crecimiento de la avena. Los valores de producción de biomasa por corte y el total del periodo comprendido entre el 27 de junio y el 10 de noviembre de 2011 (sumatoria de cuatro cortes) se observan en la tabla 4.

La producción de biomasa aérea del intercultivo fue significativamente superior ($P \leq 0,05$) a la del monocultivo de alfalfa solo en el corte del mes de

noviembre y en la producción total del ciclo; de igual manera, la producción del intercultivo superó significativamente ($P \leq 0,05$) a la avena pura en esta época del año, aunque no difirió en el acumulado.

La asociación alfalfa-avena fue muy variable en la producción, con valores promedios cercanos a una tonelada en invierno y 3,6 t de MS ha⁻¹ en primavera, y un total de 9,31 t de MS ha⁻¹ en el ciclo, lo cual superó lo producido por la alfalfa pura e igualó a la avena en monocultivo. Cuando se comparó la producción por corte, el intercultivo no mejoró la distribución de la producción de biomasa respecto a la alfalfa pura en los cortes de junio, julio y septiembre (tabla 4).

Los resultados mostraron que es posible mejorar la producción total otoño-invierno-primaveral cuando se asocia alfalfa con avena, pero que no se modifica la oferta por corte en relación con un monocultivo de alfalfa, principalmente en invierno. Pagliaricci, García y Vignolo (2000), en la misma área ecológica y con cereales de invierno –con y sin competencia de alfalfa–, realizaron dos cortes de producción de biomasa (julio y octubre), con una distribución de 25 % en el primero y 75 % en el segundo. Resultados similares fueron obtenidos por Pridham y Martin (2008) en Clearwater, Estados Unidos, con intersembras de trigo y trébol rojo, en las que la asociación cereal-leguminosas superó en un 20 % la producción de biomasa en el trébol rojo puro.

El uso equivalente de la tierra para el intercultivo alfalfa-avena alcanzó un valor de 0,97, muy próximo a la unidad, la cual es la referencia que se debe tener en cuenta para un monocultivo (tabla 5).

Tabla 4. Producción de biomasa aérea de intercultivos de alfalfa con avena y sus respectivos monocultivos (t de MS ha⁻¹).

Tratamiento	Fecha de corte				Acumulado
	27/06/2011	28/07/2011	13/09/2011	10/11/2011	
	Invierno		Primavera		
Alfalfa monocultivo	1,04 ± 0,28 ^a	0,79 ± 0,30 ^a	2,80 ± 0,62	2,56 ± 0,63 ^a	7,17 ± 1,72 ^a
Alfalfa + avena	0,72 ± 0,23 ^a	1,29 ± 0,33 ^{ab}	3,11 ± 1,10	4,18 ± 1,50 ^c	9,31 ± 1,83 ^b
Avena monocultivo	1,74 ± 0,43 ^b	1,51 ± 0,39 ^b	2,96 ± 0,72	3,20 ± 1,12 ^b	9,40 ± 1,93 ^b

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P \leq 0,05$)

Tabla 5. UET en intercultivos de alfalfa-avena y sus respectivos monocultivos.

Tratamiento	UET
Alfalfa + avena	0,97
Alfalfa monocultivo	1,00
Avena monocultivo	1,00

Estos valores indican que, desde el punto de vista del uso de la tierra, la asociación alfalfa-avena no es más eficiente que los respectivos monocultivos. Ofori y Stern (1987) plantearon que en las asociaciones de leguminosas con gramíneas templadas se genera una alta competencia entre individuos de las gramíneas por factores de crecimiento, debido a que se utilizan las mismas densidades de siembra que las recomendadas para el monocultivo.

Efecto de la interseembra sobre las plantas de alfalfa

Al finalizar el periodo de estudio relacionado con la biomasa aérea (enero a noviembre del año 2011) se determinó el efecto que había tenido la interseembra de sorgo y, posteriormente, la de la avena, sobre la alfalfa. Las mediciones realizadas fueron: cobertura, número y tamaño de las plantas de alfalfa.

- Cobertura y número de plantas de alfalfa

En la tabla 6 se observan los valores de la cobertura de las plantas de alfalfa para los tratamientos de alfalfa intersebrada (intercultiivos de alfalfa-sorgo y alfalfa-avena) y alfalfa no intersebrada (monocultivo de alfalfa).

El porcentaje de cobertura de las plantas de alfalfa para el monocultivo superó significativamente ($P \leq 0,05$) al de la alfalfa que fue intersebrada con sorgo y avena, con valores de 75,5 y 52,0 %, respectivamente. Por su parte, el número de plantas no difirió significativamente.

- Tamaño de las plantas de alfalfa

Los valores del tamaño de las plantas de alfalfa en interseembra y monocultivo se presentan en la tabla 7.

El diámetro de la raíz de las plantas de alfalfa no fue afectado significativamente ($P \leq 0,05$) por la interseembra, a diferencia de lo ocurrido en el diámetro de la corona y el peso seco. Las plantas de alfalfa que no fueron intersebradas tuvieron un diámetro de la corona y un peso seco superiores en un 40 % respecto a las plantas en interseembra. Estos resultados mostraron que, a pesar de que el número de plantas no difirió en ambos tratamientos, el mayor porcentaje de cobertura de la alfalfa en monocultivo se debió al mayor tamaño de las plantas, expresado en su masa y en el diámetro de la corona. Tal comportamiento indicó que la alfalfa que fue intersebrada mostró un menor crecimiento a lo largo del ensayo, debido a la competencia que generó la asociación con la gramínea. Al respecto, Busqué y Herrero (1995) reportaron que las asociaciones entre leguminosas y gramíneas forrajeras ponen de manifiesto interacciones interespecíficas relacionadas con la mayor eficiencia en el uso de los recursos –especialmente la luz– por parte de la gramínea, y en mayor medida si es una C_4 . Sánchez y Salinas, Veiga y Ferrufino (citados por Duarte, Pezo y Arze, 1994) reportaron que la magnitud de las interacciones interespecíficas, en asociaciones de cultivos forrajeros, están reguladas por las condiciones del clima, la disponibilidad de nutrientes y el arreglo espacial de cada tipo de especie.

CONCLUSIONES

La asociación alfalfa-sorgo sudán generó altos volúmenes de producción de biomasa aérea respecto al monocultivo de alfalfa, lo que mejoró la distribución por corte y la producción estacional,

Tabla 6. Porcentaje de cobertura y número de plantas de alfalfa en intercultivo con sorgo sudán y avena.

Tratamiento	Cobertura (%)	No. de plantas/m ²
Alfalfa en intercultivo	52,00 ± 7,29 ^a	55,00 ± 8,67
Alfalfa monocultivo	75,50 ± 10,12 ^b	60,00 ± 9,23

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P \leq 0,05$)

Tabla 7. Valores del tamaño de las plantas de alfalfa en intercultiivos con sorgo sudán y avena.

Tratamiento	Diámetro de la raíz (cm)	Diámetro de la corona (cm)	Peso seco (g)
Alfalfa intercultivo	1,20 ± 0,31	6,35 ± 1,91 ^a	7,93 ± 2,11 ^a
Alfalfa monocultivo	1,55 ± 0,42	9,55 ± 2,70 ^b	12,95 ± 3,92 ^b

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P \leq 0,05$)

y además produjo un uso más eficiente de la tierra. La asociación alfalfa-avena mejoró la producción total del ciclo, pero no la distribución de la oferta de biomasa aérea en el periodo otoño-invierno primaveral ni el uso eficiente de la tierra. La interseembra no afectó el número de plantas de alfalfa, pero sí su vigor y su comportamiento productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Suhaibani, N.A. 2010. Estimation yield and quality of alfalfa and clover for mixture cropping pattern at different seeding rates. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 8 (2):189.
- Busqué, J. & Herrero, M. 1995. Atributos funcionales de las plantas y su implicación para el manejo de pasturas tropicales. En: Manejo y utilización de pasturas tropicales. *Pasturas Tropicales*. Volumen especial. (Eds. M. Herrero y A. Ramírez). CIAT, Colombia.
- Calviño, P.; Cirilo, A.G.; Caviglia, O. & Monzón, J.P. 2005. Resultados de intercultivo de maíz y soja en tres regiones maiceras argentinas. VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Argentina.
- Cangiano, C.A. 1997. Métodos de medición de la fitomasa aérea. En: Producción animal en pastoreo. Editorial La Barrosa, INTA-Balcarce, Argentina. p. 117.
- Cantú, M.P. 1992. Holoceno de la provincia de Córdoba. Manual: Holoceno de la República Argentina. Simposio Internacional sobre Holoceno en América del Sur. Tomo I. Ed. Martín Río Hondo. Paraná, Argentina. 24 p.
- Caviglia, O.P. 2007. La contribución de los cultivos múltiples a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas en Entre Ríos. En: Agricultura sustentable en Entre Ríos. (Eds. O.P. Caviglia, O.F. Papparotti y M.C. Nasal). Ediciones INTA, Argentina. p. 139.
- Caviglia O.P.; Sadras, V.O. & Andrade, F.H. 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas. I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat-soybean. *Field Crops Res.* 87:117.
- Degioanni, A. 1998. Organización territorial de la producción agraria en la región de Río Cuarto. Tesis doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, España. 380 p.
- Díaz, M.G.; López R. & Peltzer, Y.H. 2012. Intercultivo soja y maíz para silaje planta entera. EEA Paraná, INTA, Argentina.
- Di Rienzo, J.A. *et al.* 2012. InfoStat. Versión 2012. Grupo Info Stat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Duarte, J.M.; Pezo, D.A. & Arze, J. 1994. Crecimiento de tres gramíneas forrajeras establecidas en cultivo intercalado con maíz (*Zea mays* L.) o vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Pasturas Tropicales*. 16 (1):8.
- Eskandari, H. 2012. Yield and quality of forage produced in intercropping of maize (*Zea mays*) with cowpea (*Vigna sinensis*) and mungbean (*Vigna radiata*) as double cropped. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 2 (1):93.
- Fernández, O.N.; Vergara, P.; Virnolo, O.R. & Laterra, P. 1997. Producción de una pastura polifítica en siembra consorciada con verdeo de invierno. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17 (sup. 1):96.
- Keating, B. & Carberry, P. 1993. Resource capture and utilization in intercropping: radiation. *Field Crops Res.* 34:273.
- Li, L. *et al.* 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping - II. Recovery or compensation of maize and soybean after wheat harvesting. *Field Crops Res.* 71 (3):173.
- Morris, R.A. & Garrity, D.P. 1993. Resource capture and utilization in intercropping: water. *Field Crops Res.* 34:303.
- Ofori, F. & Stern, W.R. 1987. Cereal-legume intercropping systems. *Adv. Agron.* 41:41.
- Pagliaricci, H.; García, J. & Vignolo, C. 2000. Producción de cereales de invierno con y sin competencia de alfalfa. XX Reunión Latinoamericana de Producción Animal y XIX Congreso Uruguayo de Producción Animal. [CD-ROM].
- Pagliaricci, H.; Sacido, M. & Herrero, M.A. 2008. Reflexiones sobre la enseñanza de forrajes ante los nuevos escenarios de la producción animal en Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal*. 20 (2):273.
- Pereyra, T.W. 2005. Rendimiento relativo de biomasa en intercultivos de alfalfa con cereales forrajeros de invierno. Tesis de Magister Scientiae. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. 133 p.
- Pridham, J. & Martin, H. 2008. Intercropping spring wheat with cereal grains, legumes, and oilseeds fails to improve productivity under organic management. *Journal of Environmental Quality*. 100 (5):1436.
- Spada, M. 2001. Avances en alfalfa, ensayos territoriales, red de evaluación de cultivares de alfalfa. INTA, Argentina. 36 p.
- Thiessen-Martens, J.R.; Entz, M.H. & Hoepfner, J.W. 2005. Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: Fertilizer replacement values for oat. *Canadian Journal of Plant Science*. 85:645.
- Vartha, E.W. 1976. Management of lucerne overdrilled with "Grasslands Tama" westerwolds ryegrass on irrigated Wakanui silt loam. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture Research*. 4:317.
- Willey, R.W. & Osiru, D.S.O. 1972. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci. Cambridge*. 79:519.

Recibido el 12 de noviembre del 2012

Aceptado el 12 de abril del 2013