EVALUACIÓN DE LA ASOCIACIÓN DE AVENA NEGRA – *Avena strigosa* Schieb – Y NABO FORRAJERO – *Raphanus sativus* L. – EN EL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA[1]

V. Meza O.[2]
C. A. Leguizamón R. [3]
J. R. Paniagua A. [3]

ABSTRACT

The objective of this works was to evaluate the response of *Avena strigosa* Schieb mixed with *Raphanus sativus* L. using different densities. The study was conducted in the College of Agricultural Science of the National University of Asuncion located in San Lorenzo. The treatments established were: fallow land, Avena strigosa schieb and Raphanus sativus L cultivated alone or associated crops in proportions of 80 - 20; 60 – 40, 40 - 60 and 20 – 80 respectively. The variable used were: plant height, soil covering, number of weeds and green and dray matter. The conclusions are: a) the growth in height of the avena is lower when its density decrease in association, however raphanus showed a greater height when is associated; b) winter green manure showed to have higher efficiency controlling soil erosion than fallow land, because better soil covering; c) the association of 80% of avena with 20% of raphanus produced more persistent vegetal matter; d) the use of green manure reduce between 89 to 84% the presence of weed during the vegetative period and after management, respectively; e) when the proportion of raphanus increase in the association, the green matter of shoot also increase, although root growing decrease; f) the green manure studied produce about 6,500 kg ha^{-1} of total dry matter; g) the dry matter could be used to calculate the total dry matter proportionated even for crops alone or associated.

Key Words: *Avena strigosa* Schieb., *Raphanus sativus* L., Association.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la asociación de avena negra y nabo forrajero en diferentes densidades, se realizó un experimento en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo. Los tratamientos establecidos fueron: barbecho, avena negra y nabo forrajero sembrados como monocultivos y asociados en proporciones de 80–20, 60-40, 40-60 y 20-80, respectivamente. Las variables analizadas fueron: altura de planta, cobertura del suelo, número de malezas, masa verde y seca. En las condiciones del experimento se concluye que el crecimiento de la avena negra es inferior a medida que disminuye su proporción en la asociación; en cambio el nabo presentó mayor altura en los tratamientos asociados; los abonos verdes de invierno poseen una mayor eficiencia en el control de la erosión en comparación al barbecho, por presentar mayor porcentaje de cobertura del suelo; la utilización en asociación de 80% de avena y 20% de nabo produjo una masa vegetal más persistente; el empleo de abonos verdes disminuye en un 89 y 84% la infestación de malezas durante el periodo vegetativo y después del manejo, respectivamente; a medida que aumentó la proporción del nabo en la asociación, se obtuvo mayor fitomasa verde en la parte aérea, lo cual se invierte en el caso del sistema radicular; los abonos verdes estudiados aportan en torno de 6.500 kg ha^{-1} de fitomasa seca total; la fitomasa seca aérea puede ser utilizada para calcular la fitomasa seca total aportada por los monocultivos o asociados.

Palabras clave: *Avena strigosa* Schieb, *Raphanus sativus* L., asociación.

1 Parte de la tesis presentada por el primer autor para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.
2 Ingeniero Agrónomo egresado de la Orientación Suelos de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la FCA – UNA.
3 Ingeniero Agrónomo; docente del Dpto. de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA – UNA.

Introducción

Durante muchos años la agricultura paraguaya se caracterizó por el uso sistemático de prácticas como la quema de los rastrojos de cultivos, la excesiva movilización del suelo y el monocultivo; además, los cultivos comerciales que se realizan en su mayoría son de verano, por lo que gran parte de estas áreas son dejadas en barbecho en el invierno.

Este modelo de producción resultó en la aceleración de la degradación del suelo, que ocasionó la reducción de la productividad de los cultivos, comprometiendo en algunos casos la propia subsistencia del hombre en el campo; causando además la expansión de la frontera agrícola para la habilitación de nuevas tierras, fenómeno que se produce en detrimento de los recursos naturales. Derpsch et al. (2000) señalan que, las características de los suelos del Paraguay y la preparación de los mismos, muchas veces excesiva o inadecuada, sumadas a las condiciones climáticas, han contribuido a acelerar el proceso erosivo, la degradación y el empobrecimiento de los suelos.

Calegari (1990), afirma que el empleo de abonos verdes constituye una forma efectiva para contribuir a la conservación, mantenimiento y restitución de la fertilidad del suelo. Los mismos autores mencionan que el uso de abonos verdes reduce la erosión, aumenta gradualmente la materia orgánica del suelo y desempeña un papel fundamental en el reciclaje de nutrientes. Por estas razones, un número expresivo de trabajos de investigación en esta área fueron desarrollados en la última década, pero la mayor parte de estos se enfocaron en la utilización de abonos verdes como monocultivos. En el Paraguay la propuesta de la utilización de los abonos verdes en forma asociada coeciente, Giacomini et al. (2000a) afirman que la asociación de abonos verdes redunda en mayor rendimiento de materia seca, mayor control de malezas, mejor cobertura del suelo y reciclaje de nutrientes más eficiente. Además de esas ventajas Vallejos et al. (2001), mencionan que la mezcla de abonos verdes permite un mejor aprovechamiento de algunos nutrientes reciclados por la biomasa y brinda mayor flexibilidad para elegir el cultivo siguiente.

Por otro lado, Leandro et al. (2000), señalan que los ecosistemas agrícolas tienen generalmente menos especies componentes que los ecosistemas naturales de una misma área, siendo menos complejos y por lo tanto también son menos estables; por lo que la diversidad de especies es un factor fundamental para lograr un equilibrio en el sistema productivo, siendo una alternativa para el efecto la mezcla de abonos verdes en rotación con cultivos comerciales.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la asociación de avena negra y nabo forrajero en diferentes proporciones de siembra, determinando la altura de planta, cobertura de suelo, número de malezas, masa verde y seca de la parte aérea y radicular.

Materiales y Métodos

El trabajo fue realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, situado en el Distrito de San Lorenzo, Departamento Central del Paraguay (25° 21' latitud Sur y 57° 27' longitud Oeste y altitud de 125 m sobre el nivel del mar).

El suelo utilizado presenta paisaje de lomadas, derivado de arenisca, con pendientes de 3 a 8%, drenaje bueno y pedregosidad y rocosidad nulas. Por la cobertura vegetal de rastrojos no se observa proceso erosivo significativo. Presenta un horizonte superficial con pH ácido (5,3), contenido de materia organica bajo (0,78), fósforo disponible bajo (3,9 mg kg^{-1}), bases de cambio con nivel medio (4,21 $cmol_c kg^{-1}$) y posee una textura franco arenosa.

El experimento fue realizado en el periodo comprendido entre Junio a Octubre del 2001. Para el mismo se estableció un diseño de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos y cantidad de semilla utilizados para el experimento. San Lorenzo, 2001

Tratamientos	Cantidad de semillas			
	Avena negra* Kg.ha^{-1}	Porcentaje+ %	Nabo forrajero* Kg.ha^{-1}	Porcentaje+ %
Barbecho	0	0	0	0
100% Avena	90	100	-	-
100% Nabo	-	-	20	100
80%Av+20%Nb	72	80	4	20
60%Av+40%Nb	54	60	8	40
40%Av+60%Nb	36	40	12	60
20%Av+80%Nb	18	20	16	80

* Semillas con porcentaje de germinación mayor a 95%.

\+ Porcentajes en relación a la cantidad de semilla empleada en tratamientos de avena negra y nabo forrajero.

La dimensión total del experimento fue de 513 m^2, de los cuales cada unidad parcelaria tuvo un área de 12 m^2 (4 x 3) y los bloques estuvieron separados por caminos de 1 m de ancho.

La preparación del suelo fûe realizada con rotativa utilizando tracción mecánica. La siembra se efectuó en forma manual y al voleo y se pasó rastra liviana destrabada, para favorecer el contacto de la semilla con el suelo. El manejo de los abonos verdes se realizó por medio de un rollo cuchillo a tracción mecánica a los 96 días después de la siembra, coincidente con el periodo de grano lechoso de la avena y la finalización del periodo de floración del nabo forrajero.

Las variables analizadas fueron: altura de planta, cobertura de suelo, malezas presentes, masa verde y seca de la parte aérea y radicular. La altura de planta se evaluó a los 32, 60 y 85 días después de la siembra. La cobertura

del suelo se evaluó con el mismo intervalo de tiempo que las malezas a través de un caballete con visores de madera (Elwell & Gardner, 1976). El conteo y la identificación de malezas se hizo a los 32, 60 y 85 días después de la siembra y a los 25 días después del manejo de la fitomasa. La evaluación de la masa verde y seca de la parte aérea se realizó a los 92 días de la siembra. Para estimar la masa radicular (verde y seca) aportada por cada especie, fueron evaluadas algunas plantas de avena y nabo forrajero no asociados, a los 92 días de la siembra.

Los datos provenientes del experimento fueron evaluados estadísticamente utilizando el análisis de varianza (ANAVA). Las medias de las variables cualitativas fueron comparadas utilizando el método de Duncan y el análisis de regresión fue aplicado en el caso de las variables cuantitativas.

Resultados y Discusión

Altura de avena negra y nabo forrajero

A los 32 días después de la siembra las diferentes proporciones de asociación no afectaron la altura de las dos especies en este periodo inicial, sin embargo, a los 60 días después de la siembra, se encontró diferencias al comparar la altura de la avena en los diferentes tratamientos (P<0,10), no existiendo diferencia en el nabo. Las mayores alturas en la avena se detectaron en los tratamientos en monocultivo y 80%Av+20%Nb, la menor altura en la asociación 20%Av+80%Nb y valores intermedios en los tratamientos 40%Av+60%Nb y 60%Av+40%Nb (Tabla 2). Estos resultados evidencian la influencia negativa de la asociación en la altura de la avena, mientras que este efecto no fue observado en el nabo, en este periodo.

Tabla 2. Altura de avena negra y nabo forrajero a los 32, 60 y 85 días después de la siembra. San Lorenzo, 2001

Tratamientos	Altura (cm)					
	32 DDS[1]		60 DDS		85 DDS	
	Avena	Nabo	Avena	Nabo	Avena	Nabo
Barbecho						
100% Avena	19,6	-	29,2a[2]	-	85,5a	-
100% Nabo	-	12,8	-	24,8	-	88,5b
80%Av+20%Nb	20,7	12,6	29,7a	27,8	80,0ab	93,5ab
60%Av+40%Nb	18,5	14,0	25,4ab	27,3	74,2bc	100,4a
40%Av+60%Nb	17,2	13,1	23,5ab	25,7	70,6c	95,8a
20%Av+80%Nb	17,7	12,8	22,2b	26,5	68,6c	97,6a
Valor de F.	1,55 NS	1,06 NS	2,57 +	0,13 NS	193,564**	3,74*
C.V (%)	12,03	8,12	16,09	25,10	6,21	4,90

NS: Diferencias no significativas; +: Diferencias significativas al 10% de probabilidad de error; *: Diferencias significativas al 5% de probabilidad de error; **: Diferencias significativas al 1% de probabilidad de error; [1]DDS. Días después de la siembra; [2]Medias seguidas por letras iguales, en la columna, no difieren entre si por el test de Duncan al 5%.

En la última medición, 85 días después de la siembra, la avena presentó diferencias altamente significativas en altura (P<0,01) entre los diferentes tratamientos, en tanto que en el nabo, la diferencia fue significativa (P<0,05). Las mayores alturas, en la avena se encontraron en los tratamientos en monocultivo y en la asociación 80%Av+20%Nb, mientras que en el nabo, en los tratamientos asociados en proporciones de nabo iguales o mayores a 40%.

El crecimiento en altura de la avena negra fue afectada negativa y progresivamente, a medida que aumentó la proporción del nabo en la asociación, ajustándose esta relación a una ecuación lineal con r^2=0,96. Sin embargo, en el nabo forrajero las mayores alturas se encontraron en aquellos tratamientos asociados con proporción de nabo igual o mayor a 40% y al ajustar el crecimiento del nabo a una ecuación lineal se obtuvo un r^2 = 0,52, considerando insuficiente para determinar una tendencia. (Figura 1)

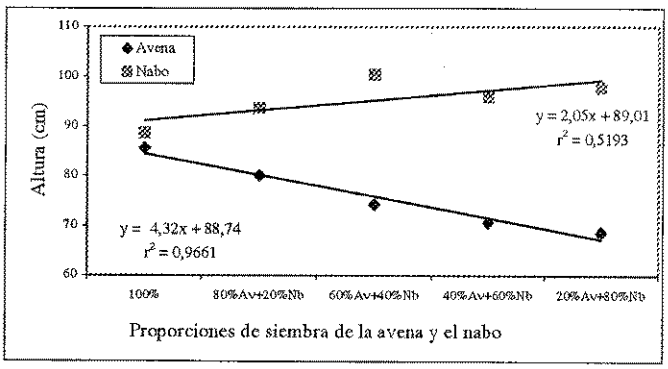


Figura 1. Altura de avena negra y nabo forrajero, en cultivo puro y asociados en diferentes proporciones, a los 85 días después de la siembra. San Lorenzo, 2001

En los cultivos puros de avena y nabo, a los 85 días después de la siembra, se encontraron alturas medias de 85 y 88 cm, respectivamente. Florentin (1997) menciona valores inferiores de altura en ambas especies, sin embargo la tasa de crecimiento, superior inicialmente de la avena y posteriormente del nabo, son semejantes.

Estos resultados demuestran que la avena posee un rápido crecimiento inicial tanto asociado como en monocultivo, disminuyendo en las etapas posteriores, debido a la competencia por agua, luz y nutrientes en los tratamientos donde se encuentra asociado con el nabo; éste, sin embargo, posee un menor crecimiento inicial y se recupera en las etapas posteriores alcanzando mayor altura que la avena.

Al comparar la altura media de la avena y el nabo en las diferentes proporciones de asociación (Figura 2), se encontró mayor altura de la avena (P<0,01) a los 32 días después de la siembra, a los 60 días no hubo diferencias y a los 85 días el nabo alcanzó una altura superior (P<0,01). La misma tendencia fue encontrada cuando la avena y el nabo fueron sembrados como monocultivo.

Esto nos indica que la avena presentó una tasa de crecimiento superior inicialmente, siendo posteriormente superado por el nabo, en las condiciones de clima y suelo evaluados.

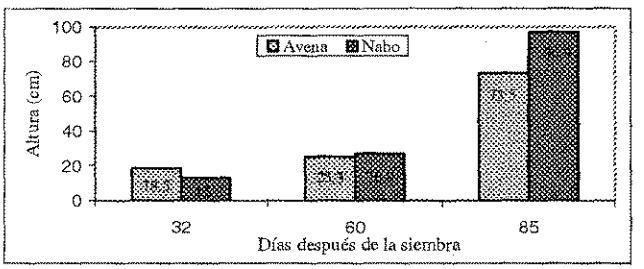


Figura 2. Altura media de avena negra y nabo forrajero a los 32, 60 y 85 días después de la siembra. San Lorenzo, 2001.

Cobertura del suelo

En la Tabla 3 se presentan los porcentajes de cobertura del suelo durante el periodo vegetativo y posterior al manejo mecánico de la fitomasa, de la avena negra y el nabo forrajero en cultivo puro y asociados en diferentes proporciones, como así también, los valores que corresponden al barbecho.

Tabla 3. Cobertura del suelo en los diferentes tratamientos, durante el periodo vegetativo y posterior al manejo de la fitomasa. San Lorenzo, 2001

Tratamientos	Cobertura del suelo (%)			
	32 DDS[1]	60 DDS	85 DDS	25 DDM[2]
Barbecho	28	31b[3]	52b	61b
100% Avena	38	53a	62b	71ab
100% Nabo	43	54a	92a	56b
80%Av+20%Nb	40	62a	84a	81[a]
60%Av+40%Nb	40	61a	82a	75ab
40%Av+60%Nb	43	57a	86a	73ab
20%Av+80%Nb	40	59a	85a	61b
Valor de F.	0,65 NS	4,99**	9,69**	2,33*
C. V (%)	28,40	17,36	12,19	17,48

NS: Diferencias no significativas; *: Diferencias significativas al 5% de probabilidad de error; **: Diferencias significativas al 1% de probabilidad de error; [1]DDS: Días después de la siembra; [2]DDM: Días después del manejo; [3]Medias seguidas por letras iguales, en la columna, no difieren entre si por el test de Duncan al 5%.

A los 32 días después de la siembra los diferentes tratamientos no presentaron diferencias en la cobertura del suelo (Tabla 3). Florentín et al. (2001), en trabajos realizados durante tres periodos agrícolas, encontraron medias inferiores de cobertura al encontrado en este estudio en el barbecho y en los tratamientos avena y nabo en monocultivo.

A los 60 días después de la siembra los tratamientos con abonos verdes, tanto en monocultivo como asociados, presentaron mayor cobertura de suelo que el barbecho (Tabla 3). Florentín et al. (2001) encontraron porcentajes de cobertura de 18 y 15% superiores en nabo forrajero y avena negra en monocultivo, respectivamente, a los 60 días después de la siembra, así como Cristaldo (2001) encontró mayor cobertura por la avena en este periodo.

A los 85 días después de la siembra fue observada menor cobertura en el barbecho y avena en monocultivo (Tabla 3), sin embargo el nabo forrajero en monocultivo o asociado produjo coberturas similares. Esto indica que las asociaciones avena – nabo brindan al suelo una mayor protección contra la erosión que la avena en monocultivo. Mayor porcentaje de cobertura en avena y valor semejante en el nabo en monocultivo fue encontrado por Florentín et al. (2001).

A los 25 días del manejo mecánico de la fitomasa, la mayor cobertura se observó en el tratamiento asociado de 80% de avena y 20% de nabo, siendo menores en el barbecho, nabo en monocultivo y en la asociación de 20% de avena y 80% de nabo (Tabla 3). Estos resultados indican que posterior al manejo mecánico la cobertura del suelo disminuye rápidamente a medida que aumenta la proporción del nabo. Los mayores porcentajes de cobertura corresponden a los tratamientos con mayor proporción de avena (Figura 3). Este efecto se debe a la menor relación C/N y mayor contenido de agua que posee el nabo forrajero en la fitomasa en relación a la avena negra, factores estos que aceleran la descomposición del tejido vegetal.

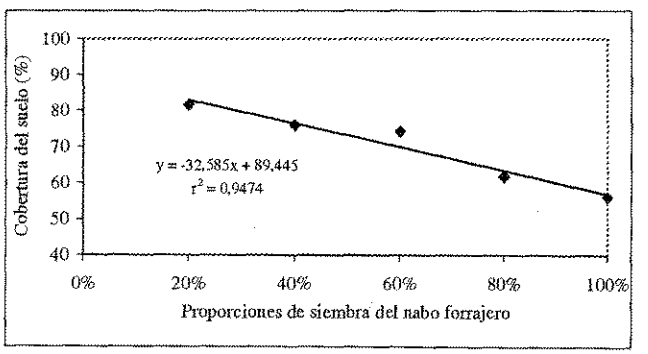


Figura 3. Evolución de la cobertura del suelo bajo diferentes proporciones de siembra del nabo forrajero, 25 días después del manejo. San Lorenzo, 2001.

Número de malezas

El grado de infestación de malezas en los diferentes tratamientos durante el periodo vegetativo y posterior al manejo mecánico de la fitomasa se presenta en la Tabla 4.

A los 32 días después de la siembra todos los tratamientos con abonos verdes redujeron significativamente el número de malezas en relación al barbecho (testigo).

A los 60 días después de la siembra, se observó que los abonos verdes en monocultivo o asociados redujeron el número de malezas y no se verificaron diferencias entre ellos.

Tabla 4. Infestación de malezas durante el pe-

riodo vegetativo y posterior al manejo de la fitomasa. San Lorenzo, 2001.

Tratamientos	Número de malezas (u m^{-2})			
	32 DDS[1]	60 DDS	85 DDS	25 DDM[2]
Barbecho	149a[3]	299a	499a	971a
100% Avena	111ab	93b	60b	132b
100% Nabo	83ab	93b	40b	154b
80%Av+20%Nb	64bc	104b	61b	199b
60%Av+40%Nb	32c	48b	57b	118b
40%Av+60%Nb	114ab	134b	55b	137b
20%Av+80%Nb	85abc	113b	51b	157b
Valor de F.	3,37*	1,98*	14,75**	10,83**
C. V (%)	12,83	16,53	11,65	7,76

NS: Diferencias no significativas; *: Diferencias significativas al 5% de probabilidad de error; **: Diferencias significativas al 1% de probabilidad de error; [1]DDS: Días después de la siembra; [2]DDM: Días después del manejo; [3]Medias seguidas por letras iguales, en la columna, no difieren entre si por el test de Duncan al 5%.

A los 85 días después de la siembra también se observó que los tratamientos con abonos verdes redujeron en promedio un 89% el número de malezas en relación al barbecho y al comparar los abonos verdes entre si no se encontraron diferencias.

Esta misma tendencia se encontró 25 días después del manejo mecánico de la fitomasa, donde los abonos verdes redujeron en un 85% la infestación de malezas.

Estos resultados evidencian la importancia de la utilización de los abonos verdes para disminuir la infestación de malezas en los lotes agrícolas.

Masa verde y seca de la parte aérea y radicular

Los resultados de masa verde y seca aportados por los diferentes tratamientos, determinados a los 92 días después de la siembra se presentan en la Tabla 5.

Entre los tratamientos con abonos verdes, las asociaciones donde el nabo se encuentra en proporciones superiores a 40% fueron las que presentaron mayor cantidad de masa verde, en tanto que la avena en cultivo puro presentó la menor cantidad. La asociación de 80% de avena y 20% de nabo presentó valores intermedios de masa verde, mientras que los tratamientos con abonos verdes aportaron mayor masa verde al suelo.

En los monocultivo el nabo forrajero presentó mayor cantidad de masa verde que la avena negra, existiendo una diferencia de 21.391 kg entre los mismos (Tabla 5). Valores similares de masa verde de avena y nabo fueron reportados por Florentin (1997) y Calegari (2000), quienes reportaron valores entre 14.600 a 40.000 kg ha^{-1} para avena negra y 20.000 a 65.000 kg ha^{-1} para el nabo forrajero.

Tabla 5. Producción de biomasa (masa verde y seca) de la parte aérea de la avena negra, nabo forrajero y del barbecho. San Lorenzo, 2001

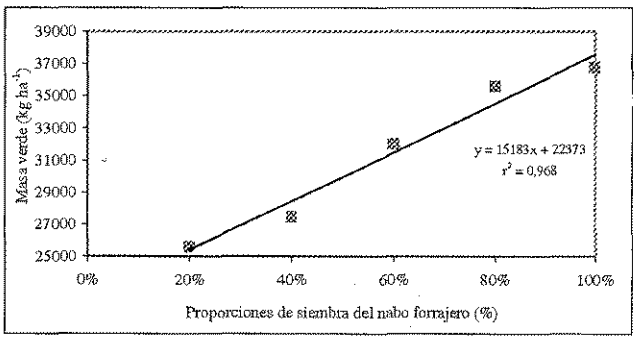
Los resultados obtenidos indican un incremento en la

Tratamientos	Masa verde[1]	Masa seca[1]	MS/MV[2] (%)
	kg ha^{-1}		
Barbecho	4.113c[3]	1.178b	29
100% Avena	15.356b	4.525a	29
100% Nabo	36.747a	5.171a	14
80%Av+20%Nb	25.622ab	4.681a	18
60%Av+40%Nb	27.468a	4.354a	16
40%Av+60%Nb	31.988a	4.865a	15
20%Av+80%Nb	35.584a	6.200a	17
Valor de F.	14,04**	8,45**	
C. V (%)	15,77	15,06	

**: Diferencias significativas al 1% de probabilidad de error; [1]92 días después de la siembra; [2]MS = Masa seca y MV = Masa verde; [3]Medias seguidas por letras iguales no difieren entre si por el test de Duncan al 5%.

masa verde proporcional al aumento en la proporción del nabo en los tratamientos (Figura 4).

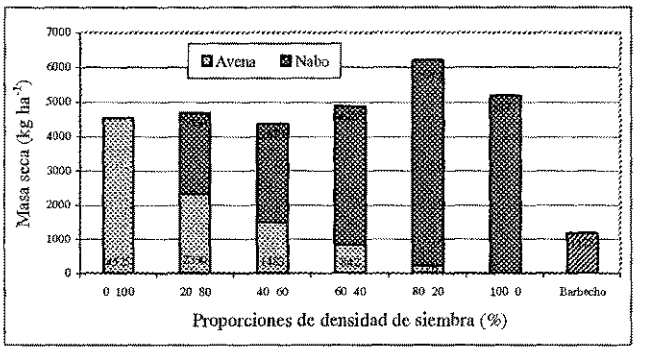
Figura 4. Masa verde aportado por la asociación con nabo forrajero en las diferentes proporciones de siembra. San Lorenzo, 2001.



En cuanto a la masa seca aportada por los diferentes tratamientos (Tabla 5), al igual que en la masa verde, se observa que todos los tratamientos con abonos verdes proporcionan mayor cantidad de masa seca que el barbecho (testigo). Estos resultados evidencian el mayor contenido de agua que posee el nabo forrajero (86%) en relación a la avena (71%), considerando además que en masa verde el nabo fue superior a la avena en 21.000 kg ha^{-1}, mientras que en masa seca la diferencia a favor del nabo fue apenas de 650 kg ha^{-1}.

En la Figura 5 se presenta el aporte de masa seca de la avena y el nabo en los diferentes tratamientos. En la misma, se verifica el mayor aporte de masa seca del nabo en las asociaciones con proporción igual o superior a 40%.

Figura 5. Materia seca aportada por avena negra



y nabo forrajero en cultivo puro y asociados en diferentes proporciones, a los 92 días después de la siembra.

Con respecto a la masa seca aportada por el barbecho, Giacomini et al. (2000a), reportaron 828 kg ha^{-1}, valor que es inferior al obtenido en este trabajo, en tanto que Aita et al. (2000), encontraron en media de siete localidades del Brasil 1.250 kg ha^{-1} de materia seca en los que ellos denominan descanso invernal, valor ligeramente superior al observado en este estudio.

Estos resultados indican que la cantidad de materia seca en el barbecho varia de acuerdo al grado de infestación de malezas en cada lugar y que el mismo es inferior al aportado por la avena y el nabo.

En cuanto a abonos verdes en monocultivo, resultados similares de materia seca de avena negra (4.388 kg ha^{-1}) e inferior del nabo (3.577 kg ha^{-1}) fueron encontrados por Giacomini et al. (2000b), en tanto que Derpsch & Florentin (1992), encontraron valores inferiores a los hallados en este estudio.

En la Tabla 6, se observa que la masa verde del sistema radicular de la avena negra es 286 kg superior al del nabo, mientras que en la masa seca la diferencia a favor de la avena fue de 1.468 kg. Estos resultados son inferiores a los encontrados por Derpsch et al. (1985), quienes reportaron 3.080 kg ha^{-1} de masa seca radicular para avena negra y 1.760 kg ha^{-1} para nabo forrajero.

También, en la misma tabla se revela el porcentaje de materia seca que queda del total de la masa verde, observándose que el 71% de la masa verde radicular de la avena queda como materia seca, mientras que el porcentaje de materia seca que queda en el nabo forrajero es apenas 22%.

Estos resultados demuestran que la raíz del nabo forrajero, al igual que la parte aérea posee un elevado contenido de agua y que la avena negra contiene compuestos más fibrosos.

Tabla 6. Producción de biomasa del sistema radicular (masa verde y masa seca), de la avena negra y nabo forrajero, en la profundidad de 0-20 cm. San Lorenzo, 2001.

En la Tabla 7 se presenta la relación de biomasa seca

Tratamientos	Masa verde[1]	Masa seca[1]	MS/MV[2]
	.....kg ha^{-1}.....		%
Avena negra	2.867	2.036	71
Nabo forrajero	2581	568	22

[1] 92 días después de la siembra; 2MS = Materia seca y MV = Masa verde

que existe entre la parte aérea y la parte de radicular. En la misma se observa que la masa seca radicular de la avena representa el 45% de la parte aérea, mientras el sistema radicular del nabo representa apenas el 11%. A partir de esta relación se puede estimar la cantidad total de material orgánico aportado por ambas especies, determinando apenas la masa seca de la parte aérea.

Tabla 7. Relación entre masa seca de la parte aérea y radicular.

Estos resultados demuestran que la avena negra posee

Tratamientos	Masa seca (kg ha^{-1})		MSR/MSA[1]
	Parte aérea	Parte radicular	
Avena negra	4.525	2.036	0,45
Nabo forrajero	5.171	568	0,11

[1]MSR = Masa seca radicular y MSA = Masa seca aérea.

elevada cantidad de biomasa radicular, por lo que su utilización en áreas con bajo contenido de materia orgánica, constituye una interesante alternativa para aumentar el contenido de la misma; el nabo forrajero posee menor masa radicular, pero por poseer una raíz pivotante es muy apto para suelos compactados.

Conclusión

En las condiciones del presente experimento se puede concluir que:

El crecimiento de la avena negra es inferior a medida que disminuye su proporción en la asociación, en cambio el nabo presenta mayor altura en los tratamientos asociados.

La utilización en asociación de 80% de avena negra y 20% de nabo forrajero produjo una masa vegetal más persistente.

A medida que aumenta la proporción del nabo en la asociación, se obtiene mayor fitomasa verde en la parte aérea, lo cual se invierte en el caso del sistema radicular.

La fitomasa aérea puede ser utilizada para calcular la fitomasa total aportada por los cultivos puros o asociados.

El empleo de abonos verdes disminuye en un 89 y 84% la infestación de malezas durante el periodo vegetativo y después del manejo, respectivamente.

Literatura Citada

AITA, C.; FRIES, M.R.; GIACOMINI, S.J. 2000. Ciclagem de nutrientes no solo com plantas de cobertura y dejetos animais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDAD DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (24, 2000, Santa María, Br). Biodinámica do solo: Fertbio 2000. (disco compacto). Santa María, Brasil. 1 disco compacto.

CALEGARI, A. 1990. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. Londrina, Br: IAPAR. 37 p. (Boletín técnico, 35).

CALGARI, A. 2000. Plantas de cobertura: adubos verdes para formacão de cobertura no sistema de plantio direto. In: Grupo Plantio Direto. Guia para plantio direto. Ponta Grossa: Masa Propaganda S/C Ltda. P. 30 – 34.

CRISTALDO, C.J. 2001. Evaluación de la asociación de avena negra (*Avena strigosa* Schieb) y nabo forrajero (*Raphanus sativus* L.) a diferentes densidades de siembra. San Lorenzo, Py: UNA. FCA. CIA. Orient. Prod. Agri.. 65 p. (Estudio de caso).

DERPSCH, R., SIDIRAS, N.; HEINMANN, F. X. 1985. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. Pesquisa Agropecuaria brasilera (Br). 20 (7): 761 – 773.

DERPSCH, R.; FLORENTIN, M.A. 1992. La mucuna y otras plantas de abono verde para pequeñas propiedades. San Lorenzo, Py: MAG. 43 p.

DERPSCH, R.; FLORENTIN, M.A.; MORIYA, K. 2000. Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola. San Lorenzo: MAG – GTZ. (Proyecto de Conservación de Suelos. MAG – GTZ).

ELWELL, H. A.; GARDNER, S. 1976. Comparison of two techniques for measuring percent crop canopy cover of row crops in erosion research programmes. Harare: Department of Conservation and Extension, Institute of Agricultural Engineering. 20 p. (Research Bulletin, 19).

FLORENTIN, M.A.; PEÑALVA, M.; CALEGARI, A.; DERPSCH, R. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa: pequeñas propiedades. San Lorenzo, Py: MAG-GTZ. (Proyecto de conservación de suelos. MAG – GTZ).

FLORENTIN, M.A. 1997. Efecto residual de los abonos verdes sobre la infestación de malezas y la producción de cultivos comerciales. In: CURSO DE SIEMBRA DIRECTA (1997, Encarnación). Trabajos presentados. Quintana de Viedma, L (coord.). Capitán Miranda, Py: MAG – DIA / PROCISUR.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; NICOLOSO, R da.; VENDRUSCOLO, E.R.; MARQUES, M.; FRIES, M. 2000a. Consorciacão de plantas de cobertura: I. Producão e composicão da fitomassa. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDAD DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (24, 2000, Santa María, Br). Biodinámica do solo: Fertbio 2000. (disco compacto). Santa María, Brasil. 1 disco compacto.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; CHIAPINOTO, I.C.; HUBNER, A.P., ANDRADA, M.; NICOLOSO, R da.; FRIES, M. 2000b. Consorciacão de plantas de cobertura: II. Decomposicão e liberacão de nutrientes da fitomassa. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDAD DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (24, 2000, Santa María, Br). Biodinámica do solo: Fertbio 2000. (disco compacto). Santa María, Brasil. 1 disco compacto.

LEANDRO, W.M.; de OLIVEIRA, J.P.; de OLIVEIRA, H.; de CARVLHO G.S.; TELLES, V. 2000. Efeito de coberturas verdes com potencial de utilizacão em sistema de plantio direto en Gioâs, na fertilidade do solo e nos teores foliares de soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDAD DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (24, 2000, Santa María, Br). Biodinámica do solo: Fertbio 2000. (disco compacto). Santa María, Brasil. 1 disco compacto.

VALLEJOS, F.; KLIEWER, I.; FLORENTIN, M.; CASACCIA, J.; CALEGARI, A.; DERPSCH, R. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos: sistemas de producción tractorizados. 2001. San Lorenzo, Py: MAG-GTZ. (Proyecto de conservación de suelos. MAG – GTZ).