

Cobertura de abonos verdes de verano como supresor de malezas en un sistema de rotación de cultivos utilizando *Pennisetum glaucum*

*Green manure cover as a weed suppressant in a crop rotation system using *Pennisetum glaucum**

Amilcar Isidro Servín Niz^{*1}, Modesto Osmar Da Silva Oviedo¹, Eulalio Morel López¹,
Oscar Luis Caballero Casuriaga¹, Luciano Oliveira Geisenhoff²,
Fabricio Correia de Oliveira³, Andrea Duarte Aguilera¹

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar la utilización de la cobertura de abonos verdes de verano como supresor de malezas en un sistema de rotación de cultivos. El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar (DBCA), compuesto por cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en coberturas de abonos verdes: *Canavalia ensiformis* (T1), *Mucuna pruriens* (T2), *Cajanus cajan* (T3), *Crotalaria juncea* (T4) y *Phaseolus vulgaris* (T5). Se utilizó también un testigo, sistema convencional (T6). Principalmente se usó el testigo para las determinaciones masa verde de malezas, altura y masa verde del *Pennisetum glaucum*. Las determinaciones evaluadas fueron persistencia de la cobertura (Mg Ha^{-1}) a los 0, 15, 30, 45 y 60 días; supresión de malezas (Mg Ha^{-1}) a los 30, 60 y 90 días; masa verde de malezas (Mg Ha^{-1}) a los 30, 60 y 90 días; altura (cm) a los 60 y 90 días, y masa verde (Mg Ha^{-1}) a los 60 y 90 días. Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza (Test F 5%) y las medias de los tratamientos con significancia fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. En la determinación masa verde de malezas se obtuvo significancia entre el sistema convencional (testigo) y las coberturas de abonos verdes, por lo que se puede afirmar que la utilización de coberturas vegetales reduce la incidencia de malezas contribuyendo enormemente a disminuir la competencia entre el cultivo de importancia económica y las malas hierbas.

Palabras clave: *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, millete, mijo perla, *Mucuna pruriens*, *Phaseolus vulgaris*, sistema convencional.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of evaluating the use of summer green manure coverage as a weed suppressant in a crop rotation system. The experimental design used was randomized complete blocks (DBCA), consisting of five treatments and four replications. The treatments consisted of green manure covers: *Canavalia ensiformis* (T1), *Mucuna pruriens* (T2), *Cajanus cajan* (T3), *Crotalaria juncea* (T4), *Phaseolus vulgaris* (T5), a control, conventional system (T6) was also used, mainly the control was used for the determinations of green mass of weeds, height of the pearl millet and green mass of the pearl millet. The determinations evaluated were; coverage persistence (Mg Ha^{-1}) at 0, 15, 30, 45 and 60 days, weed suppression (Mg Ha^{-1}) at 30, 60 and 90 days, green mass of weeds (Mg Ha^{-1}) at 30, 60 and 90 days, height of the *Pennisetum glaucum* (cm) at 60 and 90 days, green mass of the pearl millet (Mg Ha^{-1}) at 60 and 90 days. The data obtained were subjected to analysis of variance (Test F 5%) and the means of the treatments with significance were compared by Tukey's test at 5% probability of error. In the determination of the green mass of weeds, significance was obtained between the conventional system (Control) and the green manure covers, so it can be affirmed that the use of vegetable covers reduces the incidence of weeds, greatly benefiting the reduction of competition between the crop, of economic importance in question and weeds.

Keywords: *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Phaseolus vulgaris*, *Pennisetum glaucum*, conventional system.

¹ Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

² Universidade Federal da Grande Dourados. MS, Brasil.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, Brasil.

* Autor por correspondencia: servinamilcar@gmail.com

Introducción

Uno de los requisitos para la adopción de un sistema de rotación de cultivos es la utilización de coberturas vegetales que contribuyan principalmente a evitar los daños ocasionados por las gotas de lluvia y propicien el control de las malezas y el aumento de materia orgánica que a su vez mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.

Una de las familias de plantas usadas para el estudio son las fabáceas, que aparte de los beneficios ya mencionados aportan nitrógeno al suelo a partir de las bacterias captadoras del nitrógeno atmosférico. Las especies utilizadas en este experimento fueron *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Phaseolus vulgaris* que se usan ampliamente en rotaciones y asociaciones de cultivo.

La cobertura producida por los abonos verdes tiene influencia directa en la supresión de malezas en los agrosistemas, pues existe correlación lineal entre la cantidad de cobertura y la efectiva reducción de la infestación de malas hierbas. Además las especies de abonos verdes modifican la composición de la población de malezas en una determinada área (Almeida y Rodrigues, 1985).

El *Pennisetum glaucum* es una poácea de ciclo corto, crecimiento rápido y bastante tolerante a las sequías prolongadas (Guimarães *et al.*, 2009).

A partir de lo expuesto, el experimento tuvo como objetivo evaluar la utilización de la cobertura

de abonos verdes de verano como supresora de malezas en un sistema de rotación de cultivos.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la parcela experimental de la Escuela Agrícola de Concepción, Paraguay, ubicada en las coordenadas geográficas latitud S 23°25'40,3" y longitud O 57° 20'00,2" con altitud 242 msnm.

El suelo fue clasificado como orden Alfisol y subgrupo Mollic Paleudalf (López *et al.*, 1995). Los atributos químicos del suelo, en la profundidad de 0-20 cm, fueron: P (Mehlich⁻¹): 10,43 mg dm⁻³; M.O.: 0,90 g dm⁻³; pH (CaCl₂): 6,10; K: 0,05 cmol dm⁻³; Ca+Mg: 2,50 cmol dm⁻³; H + Al: 0,05 cmol dm⁻³; SB: 3,41 cmol dm⁻³; CIC: 5,56 cmol dm⁻³ y V: 52,89%. Los datos de la temperatura media y precipitación acumulada durante el experimento se muestran en la Figura 1 (DMH, 2021).

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA) compuesto por cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en coberturas de abonos verdes: *Canavalia ensiformis* (T1), *Mucuna pruriens* (T2), *Cajanus cajan* (T3), *Crotalaria juncea* (T4), *Phaseolus vulgaris* (T5). Se usó también un testigo, sistema convencional (T6), principalmente para la determinación masa verde de malezas.

Para la siembra de los abonos verdes se procedió a la preparación del terreno con una

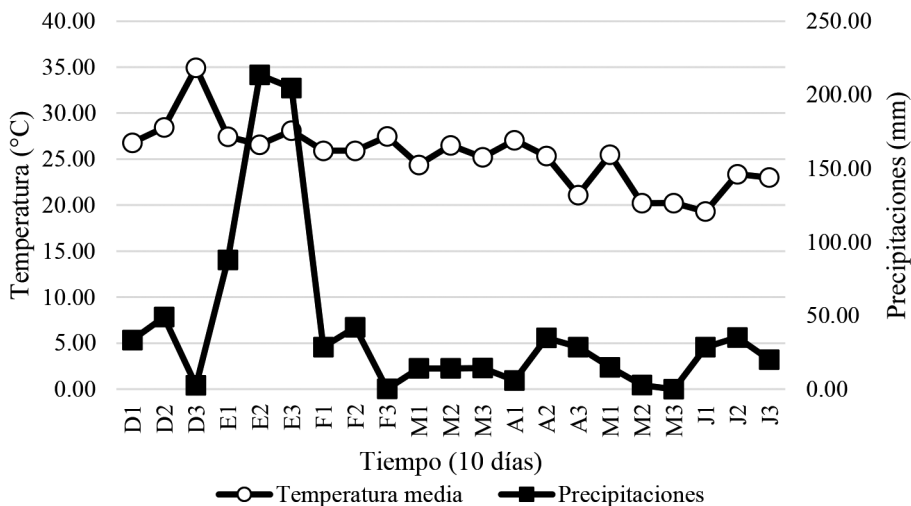


Figura 1. Temperatura media y precipitación en el periodo de diciembre de 2020 a junio de 2021.

pasada de arado. Las dimensiones de las unidades experimentales (UE) fueron de 6 m². Posteriormente se sembraron las especies de abonos verdes de verano, en diciembre del 2020. Para la siembra de cada abono verde se utilizaron dos semillas por hoyo a 2 cm de profundidad y las densidades para *Canavalia ensiformis* de 0,50 x 0,50 m, *Mucuna pruriens* 1 x 0,50 m, *Cajanus cajan* 0,50 x 0,25 m, *Crotalaria juncea* 1 m entre surcos a chorrillo corrido y *Phaseolus vulgaris* 0,25 x 0,25 m. A los 10 días de la siembra se realizó una única carpida como cuidado cultural evitando el crecimiento de las malezas. El corte de los abonos verdes se hizo con una desmalezadora Husqvarna 143R-II a 10 cm de la superficie del suelo, cuando alcanzaron 10% de floración, a los 90 días después de la siembra (DDS), exceptuando al *Cajanus cajan* que aún sin llegar a su momento de floración. Para el sistema convencional se realizó una pasada de arado y otra de rastra pesada. A los 30 días después del corte (DDC) se hizo la siembra del *Pennisetum glaucum*. La siembra del *Pennisetum glaucum* ADRG 9050 fue realizada de forma manual, echando las semillas a chorrillo corrido a 2 cm de profundidad y una distancia de 0,60 m entre hileras. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo del *Pennisetum glaucum* se hizo una sola carpida, y no hubo problemas de plagas ni de enfermedades.

Las determinaciones evaluadas fueron:

- **Persistencia de la cobertura (Mg Ha⁻¹).** Se pesó con una balanza de precisión 0,0005 g a los 0, 15, 30, 45 y 60 días posteriores al corte de los abonos verdes, colectando la cobertura contenida en la misma área (1 m²) para cada intervalo de pesaje. Posteriormente esas muestras fueron introducidas en una estufa de aire forzado a 65 °C hasta tener un peso constante.
- **Masa verde de malezas (Mg Ha⁻¹).** Se utilizó un cuadro de PVC de 1 m², el cual fue lanzado aleatoriamente en cada unidad experimental. El pesaje se realizó a los 30, 60 y 90 días. Para ello se colectaron las malezas ubicadas dentro del cuadro y se pesó con una balanza de precisión 0,005 gramos.
- **Supresión de malezas (Mg Ha⁻¹).** Se usó como parámetro la masa verde de malezas a los 30, 60 y 90 días, restando el tratamiento testigo (T6: sistema convencional) y el tratamiento de coberturas (T1, T2, T3, T4 y T5). Se explica en la ecuación 01:

$$SM = T_{\text{Testigo}} - TC \text{ Donde:}$$

SM: Supresión de malezas (Mg Ha⁻¹),
 T_{Testigo}: Tratamiento testigo (Mg Ha⁻¹),
 T_C: Tratamiento en cuestión (Mg Ha⁻¹).

- **Altura de la planta de *Pennisetum glaucum* (cm).** Las evaluaciones se realizaron a los 30 y 60 días utilizando como muestra 10 plantas por UE, las cuales fueron medidas desde la base hasta el ápice con una cinta métrica.
- **Masa verde del *Pennisetum glaucum* (Mg Ha⁻¹).** Se midió a los 30, 60 y 90 días del ciclo del cultivo. Para ello se utilizó un cuadro de PVC de 1 m² que fue lanzado al azar para cada UE.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (Test F 5%) y las medias de los tratamientos con significancia se compararon por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultado y discusión

En la Tabla 1 se observa la comparación de medias de persistencia de cobertura (PC) a los 0, 15, 30, 45 y 60 días. Se evidencia que en los diferentes intervalos no hubo diferencias significativas.

Se demuestra también que en el momento del corte de los abonos verdes (0 días) todos los tratamientos presentaron entre 6,66 y 6,08 Mg Ha⁻¹ de fitomasa., parámetro considerado ideal, ya que se busca la producción de 5 Mg Ha⁻¹ para que cubra todo el suelo y permanezca cubierto posteriormente según lo propuesto por Silva Menezes *et al.* (2009).

Asimismo, la dinámica de la degradación de la fitomasa observada desde el intervalo 0 días hasta los 60 días es de 32,4; 31,72; 25,63; 33,49; 31,90% para *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* y *Phaseolus vulgaris* respectivamente. La descomposición de estas coberturas de abonos verdes se da principalmente por la baja relación de carbono - nitrógeno, por lo cual tienden a degradarse con mayor facilidad. Esta es la causa de la rápida pérdida de cobertura vegetal en el experimento.

La fluctuación de descomposición entre las diferentes coberturas de abonos verdes y el intervalo de tiempo fue de 1,16; 1,2; 1,08; 1,18 y 0,41 Mg Ha⁻¹ a los 0, 15, 30, 45 y 60 días respectivamente.

Tabla 1. Comparación de medias para la determinación de persistencia de la cobertura (PC) (Mg Ha⁻¹).

Tratamientos	Persistencia de la cobertura (Mg Ha ⁻¹)				
	0 Días (NS)	15 Días (NS)	30 Días (NS)	45 Días (NS)	60 Días (NS)
T1 <i>Canavalia ensiformis</i>	6,66	6,17	5,82	5,36	4,50
T2 <i>Mucuna pruriens</i>	6,43	6,27	5,96	5,52	4,39
T3 <i>Cajanus cajan</i>	5,50	5,07	4,88	4,34	4,09
T4 <i>Crotalaria juncea</i>	6,18	5,72	5,40	4,60	4,11
T5 <i>Phaseolus vulgaris</i>	6,08	5,66	5,31	4,69	4,14
DMS (%)	2,61	2,27	1,98	1,24	0,63
CV (%)	19,37	17,89	16,59	11,63	6,81
MG	6,17	5,78	5,47	4,11	4,25

MG. Media general; C.V (%): Coeficiente de variación; DMS (%): Diferencia mínima significativa.

Padovan *et al.* (2013) encontraron medias a partir de 6,85 Mg Ha⁻¹, lo que está dentro de los parámetros observados en este ensayo.

De la misma forma, Arf *et al.* (2018) en un trabajo con maíz asociado con gramínea y leguminosa hallaron medias de 4,02 a 6,75 Mg Ha⁻¹ para la masa seca de los abonos verdes utilizados. Estos resultados concuerdan con el experimento.

En la Tabla 2 se muestra la comparación de medias para la determinación de masa verde de malezas a los 30, 60 y 90 días. Se observa que se presentaron diferencias significativas a nivel estadístico entre el sistema convencional y la cobertura de abonos verdes utilizados.

La utilización de coberturas de abonos verdes disminuye radicalmente el desarrollo de las plantas dañinas o malezas, ya que estas no tienen acceso a la luminosidad. Por ende, es menor la aparición de

malezas en el cultivo de importancia económica, lo que será un gran beneficio.

Con la fitomasa de los abonos verdes, a los 30 días, se logró reducir las malezas en un 62,8; 67,9; 61,9; 63,4 y 53,5% con el uso de *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* y *Phaseolus vulgaris*. A los 60 y 90 días presentaron el mismo comportamiento, por lo que se pudo disminuir entre el 57,9 y 71,6% (30 días) y 56,09 a 72,9% de la ocurrencia de malas hierbas en el experimento. Según Warren (2012), quien realizó estudios similares, tanto a los 30 días como a los 60 y 90 días los tratamientos con la inclusión de abonos verdes mostraron una menor presencia de malezas comparado con el sistema convencional, resultados que concuerdan con este trabajo.

Asimismo, Servín Niz *et al.* (2018) en un estudio con especies de abonos verdes en suelo de

Tabla 2. Comparación de medias para la determinación de masa verde de malezas (Mg Ha⁻¹) a los 30, 60 y 90 días después de la siembra (DDS).

Tratamientos	Masa verde de malezas (Mg Ha ⁻¹)		
	30 días DDS	60 días DDS	90 días DDS
T1 <i>Canavalia ensiformis</i>	0,124 a	0,150 a	0,273 a
T2 <i>Mucuna pruriens</i>	0,107 a	0,120 a	0,180 a
T3 <i>Cajanus cajan</i>	0,127 a	0,150 a	0,274 a
T4 <i>Crotalaria juncea</i>	0,122 a	0,149 a	0,278 a
T5 <i>Phaseolus vulgaris</i>	0,155 a	0,178 a	0,292 a
T6 Sistema convencional	0,334 b	0,423 b	0,665 b
DMS:	0,0578	0,091	0,20
C.V (%):	15,8	20,73	27,44
MG:	0,1620	19,55	0,32

Letras iguales. No difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. MG. Media general; C.V (%): Coeficiente de variación; DMS (%): Diferencia mínima significativa.

uso convencional lograron reducir hasta el 70,8% la aparición de malezas. Este porcentaje de reducción de plantas dañinas también se observó en el experimento.

Al realizar el análisis para la determinación de supresión de malezas (Tabla 3), se comprueba que a los 30, 60 y 90 días no hubo diferencias significativas.

La inclusión de abonos verdes en un sistema de rotación de cultivos es de suma importancia para contar con abundante biomasa y así disminuir la presencia de malezas en el cultivo. Como se puede observar, todos los abonos verdes utilizados son eficaces en la supresión de malezas, destacándose la *Mucuna pruriens* y *Crotalaria juncea* en comparación con el sistema convencional. Se evidencia que se consiguió reducir la aparición de malas hierbas con la utilización de abonos verdes, obteniendo resultados favorables, ya que hubo una disminución de las malezas en comparación con el sistema convencional.

Para Viana (2012), quien trabajó con coberturas vegetales, los sistemas de producción son altamente beneficiados, por cuanto disminuye el crecimiento de las malezas y aumenta el del cultivo. Estos resultados son similares a los del estudio.

Según el test de Tukey, al 5% se observan diferencias significativas para las determinaciones de altura y masa verde del *Pennisetum glaucum* a los 30 y 60 días, entre la cobertura de abonos verdes utilizados y el sistema convencional (Tabla 4).

El uso de cobertura de abonos verdes incidió en índices de crecimiento vegetativo como lo son la altura y la masa verde. Por lo tanto, la inclusión de abonos verdes dentro del sistema de rotación de cultivos contribuye claramente al aumento de los parámetros vegetativos y reproductivos. Según De Souza *et al.* (2005), quienes realizaron una evaluación agronómica del cultivo de *Pennisetum glaucum*, se

Tabla 3. Comparación de medias para la determinación de supresión de malezas (Mg Ha^{-1}) a los 30, 60 y 90 días después de la siembra (DDS) de *Pennisetum glaucum*.

Tratamientos	Supresión de malezas (Mg Ha^{-1})		
	30 días DDS (NS)	60 días DDS (NS)	90 días DDS (NS)
T1 <i>Canavalia ensiformis</i>	0,2116	0,2451	0,3857
T2 <i>Mucuna pruriens</i>	0,2270	0,3028	0,4728
T3 <i>Cajanus cajan</i>	0,2122	0,2734	0,3849
T4 <i>Crotalaria juncea</i>	0,2072	0,2726	0,3899
T5 <i>Phaseolus vulgaris</i>	0,2106	0,2724	0,3670
DMS:	0,1064	0,1759	0,3114
C.V (%):	22,81	29,47	35,64
MG:	0,2137	0,2733	0,4001

MG. Media general; C.V (%): Coeficiente de variación; DMS (%): Diferencia mínima significativa.

Tabla 4. Comparación de medias para las determinaciones de altura y masa verde del *Pennisetum glaucum* (Mg Ha^{-1}) a los 30 y 60 días después de la siembra (DDS).

Tratamientos	Altura (cm)		Masa verde (Mg Ha^{-1})	
	30 días DDS	60 días DDS	30 días DDS	60 días DDS
T1 <i>Canavalia ensiformis</i>	33,25 a	61,85 a	0,451 a	1,198 a
T2 <i>Mucuna pruriens</i>	33,75 a	65,95 a	0,480 a	1,184 a
T3 <i>Cajanus cajan</i>	31,20 a	63,75 a	0,463 a	1,221 a
T4 <i>Crotalaria juncea</i>	32,00 a	68,95 a	0,468 a	1,213 a
T5 <i>Phaseolus vulgaris</i>	31,40 a	64,00 a	0,467 a	1,017 a
T6 Sistema convencional	17,90 b	42,00 b	0,308 b	0,514 b
DMS:	4,23	8,61	0,099	0,660
C.V (%):	6,29	6,27	10,07	27,77
MG:	29,91	61,08	0,439	1,05

Letras iguales. no difieren entre sí estadísticamente mediante el test de Tukey al 5%. MG. Media general; C.V. (%): Coeficiente de variación; DMS (%): Diferencia mínima significativa.

obtuvo mayor altura si se compara la fitomasa de abono verde con el sistema convencional. Resultados parecidos se observaron en este experimento.

Da Silva *et al.* (2012) en un trabajo con producción de cobertura y supresión de plantas dañinas por plantas de cobertura, en la siembra directa de tomate, obtuvieron un aumento en la productividad utilizando abonos verdes con relación al sistema convencional. Este efecto también se comprobó en el estudio.

Conclusión

La adopción de la rotación de cultivos, y dentro de este sistema nuevamente la de abonos

verdes como producción de fitomasa para el cultivo siguiente, es de gran importancia económica, ya que los abonos verdes redujeron la ocurrencia de malezas favoreciendo de este modo el aumento de parámetros vegetativos como la altura y la masa verde en el *Pennisetum glaucum*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnologías, específicamente al Programa Nacional de Incentivo al Investigador por el financiamiento de la investigación.

Literatura citada

- Almeida, F.S.; Rodrigues, B.N.
1985. Guía de herbicidas: recomendações para uso em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 468 p.
- Arf, O.; Meirelles, C.M.; Portugal, J.R.; Buzetti, S.; De Sá, M.; Ferreira Rodrigues, R.A.
2018. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 17(3): 431-444.
- Da Silva A., A.A.; Rocha M., S.S.; Ribeiro De S.R.; Lustosa S., R.; Azevedo N., J.C.
2012. Desenvolvimento do milheto sob adubação orgânica no município de Corrente - PI. *Revista Verde (BR)*- 7(4): 90-96.
- De Souza, F.; Pereira, A.; Da Silva, F.; Botrel, M.; Silva, J. y Ferreira, D.
2005. Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 40-9: 873-880.
- DMH
2021. Datos de los parámetros meteorológicos, Paraguay. Dirección de Meteorología e Hidrología. Disponible en: <https://www.meteorologia.gov.py/emas/>. Consultado: 22/feb/2022.
- Guimarães Júnior, R.; Gonçalves, L.C.; Rodrigues, J.A.S.
2009. Utilização do milheto para produção de silagem. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. *Documento* 259. 30 p.
- López, O.E.; González, E.; de Llamas, P.A.; Molinas, A.S.; Franco, E.; D; E.S.; García, S.; Ríos, E.
1995. Reconocimiento de suelos y capacidad de uso de las tierras. Región Oriental. Paraguay. MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental. Proyecto de Comercialización de Uso de la Tierra. Convenio 3445. P. Banco Mundial. 28 p.
- Padovan, M.P.; Motta, I.; Carneiro, L.F.; Moitinho, M.R.; Salomão, G. De B.; Recalde, K.M.
2013. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. *Rev. Bras. de Agroecologia*, 8(3): 3-11.
- Servín Niz, A.I.; Lugo Pereira, W.D.; López Ávalos, D.F.; Muñoz Pérez, A.; Da Silva Oviedo, M.O.; Morel López, E.
2018. Performance of varieties of green manure in conventionally used soil. *African Journal of Agricultural Research*, 13(36): 1874-1879.
- Silva Menezes, L.A.; Leandro, W.M.; De Oliveira Junior, J.P.; Ferreira, A.C.; Santana, J.G.; Barros, R.G.
2009. Yield of plant mass of different species, single and mixed, with potential to coverage of the soil. *Biosci. J., Uberlândia*, 25(1): 7-12.
- Viana, T.V.A.; Lima, A.D.; Marinho, A.B.; De Lima Duarte, J.M.; De Azevedo, B.M.; Costa, S.C.
2012. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. *Irriga*, Botucatu, 17(2): 126-136.
- Warren, J., W. Tracy., J. Edwards.
2012. Using Sunn Hemp as a cover Crop in Oklahoma. Oklahoma Cooperative Extension Service PSS-2273. Developed as part of OkSARE's Professional Development Program. 2 p.