

RENDIMIENTO DEL SÉSAMO *Sesamum indicum* L., VARIEDAD ESCOBA, EN SUELOS DEGRADADOS, EN EL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA.¹

Guillermina Macchi Leite ²
Miguel Angel Ken Moriya Roa ³
Rosa María De Cristaldo⁴

ABSTRACT

The experiment was developed in a land situated in Saguazú Company, Yaguarón Municipality, Department of Paraguari. The objective was to evaluate the performance of the sesame *Sesamum indicum* L., Escoba variety in a degraded soil, no tillage system. The experimental design was a complete randomized blocks by chance in experimental series scheme, composed by combination of four systems of sows with two methods of sows. The systems of sows were no tillage system over green covers plants, mucuna *Mucuna pruriens* (L.) DC, cajanus *Cajanus cajan* (L.) Millsp and association white lupinus *Lupinus albus* L. and avena black *Avena strigosa* Schreb M, and conventional sow system over remove soil like witness. The two methods of sows were: straight and individual hole. The sesame corn field in degradates soils, in no tillage system produced weariness in grain superior in conventional sow system. The grain yield, number of capsules by plant, weight of 1.000 seeds and the height of plant were superior in corn field parcel over cover on summer, mucuna and cajanus, compared with sowing over winter cover, association with lupinus plus avena. The height of plant was superior in the sesame sowing on no tillage systems compared with conventional sow system. There were not differences on straight and individual hole methods of sow. Significant and positive correlations were observed among the grain yield with the number of capsules by plant and the grain yield with height of the plant.

RESUMEN

El ensayo fue realizado en una finca ubicada en la Compañía Saguazu, Municipio de Yaguarón, Departamento Paraguari. El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento del sésamo, variedad Escoba. El diseño experimental aplicado fue bloques completos al azar en serie de experimentos, formado por la combinación de cuatro sistemas de siembra directa con dos los métodos de siembra. Los sistemas de siembra fueron siembra convencional sobre suelo removido de siete años de barbecho como testigo y sistema de siembra directa de tres años sobre cobertura de mucuna *Mucuna pruriens* (L.) DC, kumanda yvyrai *Cajanus cajan* (L.) Millsp y la asociación lupino blanco *Lupinus albus* L. más avena negra *Avena strigosa* Schreb M y sistema de siembra convencional. Los métodos de siembra fueron a chorrillo y a golpe. El rendimiento en grano y la altura de planta fue superior en el sistema de siembra directa comparado con el sistema de siembra convencional. El rendimiento en grano, número de cápsulas por planta, el peso de 1.000 semillas y la altura de planta fueron superiores en las parcelas sembradas sobre coberturas de verano comparado con las sembradas sobre coberturas de invierno. Los métodos de siembra no influyeron en el rendimiento en grano y sus componentes. Se observaron correlaciones positivas y significativas entre el rendimiento en grano y el número de cápsulas por planta en los cuatro sistemas de siembra.

Key Words: Sesame, degraded soils, no tillage system, conventional sow system.

Palabras Claves: Sésamo, suelos degradados, sistema de siembra directa, sistema de siembra convencional.

¹ Parte de la Tesis de Graduación presentada a la Orientación Agrícola de la FCA – UNA

² Ing. Agr., egresada de la FCA – UNA. Promoción 2003. E-mail: guille_agro@hotmail.com. Autor para correspondencia

³ Ing. Agr., M. Sc., Docente de FCA – UNA, Director del Programa Nacional de Manejo, Conservación y Recuperación de Suelos.

⁴ Ing. Agr., PhD, Docente investigadora del Departamento de Producción Agrícola de la FCA – UNA.

INTRODUCCIÓN

La siembra del sésamo en el Paraguay, se realiza mayoritariamente en sistema de siembra convencional y aún existen escasos datos publicados sobre la producción en el sistema de siembra directa. La siembra convencional es el sistema tradicional con preparación de suelo con arado y rastra, a fin de dejar el suelo bien mullido para favorecer la germinación (Valinotti & Leguizamón, 1997).

El sistema de siembra convencional deja descubierto el suelo, sin ninguna protección contra la lluvia, lo que da lugar a la erosión hídrica y a la disminución del contenido de materia orgánica que tiene como consecuencia el empobrecimiento de los suelos, que finalmente, influye en la productividad de los mismos (Derpsch et al., 2000). Los residuos de los cultivos no son los suficientes para compensar las pérdidas de materia orgánica debido a la alta tasa de mineralización que se da en los climas tropicales y subtropicales. Esto hace que en los sistemas de siembra convencional la materia orgánica se mineralice rápidamente, no quedando disponible para el cultivo posterior, lo cual influye para la baja producción (Florentín et al., 2001).

El sistema de siembra directa, es un sistema de siembra conservacionista en el cual la semilla es depositada directamente en el suelo no preparado mecánicamente, donde los residuos del cultivo anterior permanecen sobre la superficie como cobertura, lo cual favorece al aumento de la materia orgánica, de la infiltración del agua, la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Además previene la erosión y, reduce la temperatura del suelo en verano. Todos estos aspectos conllevan al aumento de la productividad de los cultivos (MAG & GTZ, 2001).

La siembra del sésamo en el sistema de siembra directa es aún reducida. Mayor información sobre la tecnología de producción de este cultivo sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes utilizadas en el sistema de siembra directa, contribuirá a su mayor adopción por parte de los productores.

Este trabajo tiene por objetivo evaluar el rendimiento en grano del sésamo, variedad Escoba, en el sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y en el sistema de siembra convencional. Además, determinar cómo dichos sistemas de siembra influyen en la altura de planta y los componentes del rendimiento, como número promedio de cápsulas por planta, número promedio de semillas por cápsulas y el peso de 1.000 semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en la finca de la familia Aquino Tama, localizada en la Compañía Saguazu, Municipio de

Yaguarón, Departamento de Paraguari. La finca posee un suelo Mollic Paleudalf (Alfisol), que según el análisis de suelo es de textura arenosa, color pardo oscuro, con pH ligeramente ácido a ácido.

Se utilizaron semillas de sésamo, de la variedad Escoba, correspondientes a la cosecha 2000/1. Las coberturas de abonos verdes utilizadas fueron: mucuna *Mucuna pruriens* (L.) DC, kumanda yvyrai *Cajanus cajan* (L.) Millsp y la asociación lupino blanco *Lupinus albus* L. más avena negra *Avena strigosa* Schreb.

El diseño experimental aplicado fue bloques completos al azar en serie de experimentos, que estuvo compuesta por dos sistemas de siembra: sistema de siembra convencional en suelo removido sobre barbecho de siete años y sistema de siembra directa de tres años, en los cuales a su vez se estudiaron tres diferentes coberturas de abonos verdes: mucuna, kumanda yvyrai y lupino blanco más avena negra. A los efectos del trabajo se usó la denominación de sistema de siembra para cada cobertura de abono verde y para la siembra convencional. Por lo tanto, se dispuso de cuatro sistemas de siembra, resumidos de la siguiente forma:

- S₁: Sistema de siembra directa, sobre cobertura muerta de mucuna.
- S₂: Sistema de siembra directa, sobre cobertura muerta de kumanda yvyrai.
- S₃: Sistema de siembra directa sobre cobertura muerta de lupino más avena.
- S₄: Sistema de siembra convencional sobre suelo removido, como testigo.

Dentro de cada sistema de siembra se tuvieron dos métodos de siembra los cuales se distribuyeron en bloques completos al azar, cada bloque (B) contenía los dos métodos de siembra de los cuales había seis repeticiones dentro de cada sistema. Cada método de siembra fue nominado de la siguiente forma:

- M₁: Método de siembra a chorrillo.
- M₂: Método de siembra a golpe.

Los tratamientos estaban dados por la combinación de los sistemas de siembra con los métodos de siembra del sésamo. De esta forma el experimento tuvo ocho tratamientos, con un total de 48 unidades experimentales en todo el ensayo.

Para el sistema de siembra directa, se procedió al desecado de los rastros del cultivo anterior, los cuales permanecieron como cobertura para el sésamo. En cambio, en el sistema de siembra convencional se realizó la preparación del terreno con una rastra de púa a tracción animal un mes antes de la siembra, el terreno fue nivelado un día antes de la siembra.

La siembra se realizó el 3 de diciembre de 2001. Para el método de siembra a chorrillo se utilizó un escardillo para

abrir los surcos de 5 m de largo, con un distanciamiento de 0,70 m entre hileras. La siembra se realizó en forma manual y el surco cubierto con un rastrillo. Para el método de siembra a golpe se utilizó un palo puntiagudo (yyvra akua), teniendo en cuenta un distanciamiento entre plantas de 0,15 m y 0,70 m entre hileras. Las unidades experimentales tenían de 5 m x 5 m (25 m²)

Las labores culturales realizadas fueron dos carpidas y un raleo para el sistema de siembra directa. Para el sistema de siembra convencional se realizaron dos carpidas, un raleo y aporque.

La cosecha se realizó cuando las plantas presentaron defoliación natural e inicio de dehiscencia de las cápsulas inferiores.

Para la evaluación final, se procedió primero a la estimación de la parcela perdida dentro del sistema de siembra convencional, por causa del ataque de hormigas cortadoras. Posteriormente se realizó el análisis de varianza correspondiente, posteriormente se procedió a la descomposición de la suma de cuadrados de los sistemas de siembra en contrastes ortogonales, cada uno con un grado de libertad. Siendo los contrastes como sigue:

- C₁: Sistema de Siembra directa vs Sistema de siembra convencional
- C₂: Cobertura muerta de verano vs Cobertura muerta de invierno
- C₃: Cobertura muerta de mucuna vs Cobertura muerta de kumanda yyvrai

Cuando el análisis de varianza demostró diferencias significativas entre los métodos de siembra o interacción entre sistemas de siembra y métodos de siembra, se procedió a la comparación de medias a través del test de Duncan al 5% de probabilidad. Además se realizó la correlación entre el rendimiento, componentes del rendimiento y altura de planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento promedio en grano de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional.

Los rendimientos promedios obtenidos presentaron diferencias altamente significativas con respecto a los sistemas de siembra (Tabla 1).

Tabla 1. Contrastes ortogonales del rendimiento promedio en grano de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

Fuente de Variación	gl	CM
Sistemas de siembra	3	298247,688100 **
Contrastes		
C ₁ : Siembra directa vs Siembra convencional	1	484681,676400 **
C ₂ : Cobertura muerta de verano vs cobertura muerta de invierno	1	334268,947500 **
C ₃ : Cobertura muerta de mucuna vs cobertura muerta de kumanda yyvrai	1	75792,444340 **
Error (a)	20	31745,348060
Métodos de siembra	1	43583,041500 **
Sistemas de siembra x Métodos de siembra	3	2015,937267 **
Error (b)	19	20500,476011
Total	30	

CV= 21,35 %

* Grado libertad de error ajustado, perdiendo un gl por cada parcela perdida

** Altamente significativos, ** No significativo

En los contrastes, se observaron que para el rendimiento en grano las diferencias fueron altamente significativas en las parcelas de sésamo sembradas en sistema de siembra directa en comparación con el sistema de siembra convencional (Tabla 1).

También los rendimientos fueron diferentes y altamente significativos en las parcelas de sésamo sembradas en el sistema de siembra directa sobre coberturas de verano sobre las de invierno. (Tabla 1). El rendimiento en grano sobre coberturas muertas de verano, mucuna y kumanda yyvrai fue superior y significativamente diferente al rendimiento obtenido sobre cobertura muerta de invierno, asociación lupino blanco más avena negra (Figura 1) donde pueden verse los valores obtenidos como rendimiento de granos.

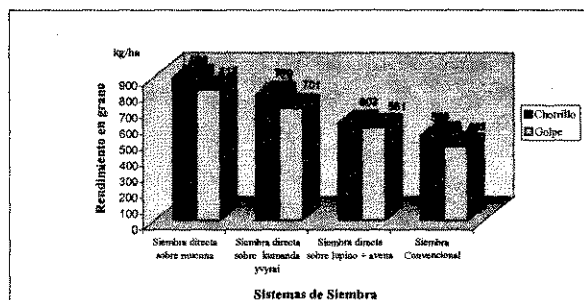


Figura 1. Rendimiento promedio en grano de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

Los rendimientos obtenidos concuerdan con lo manifestado por Giesbrecht¹, quién en el 2003 también encontró diferencias significativas del rendimiento en grano en sésamo sembrado en el sistema de siembra directa comparado con el sistema de siembra convencional en suelos del Chaco. También coinciden con la observación reportada por Avila citado por Mazzani (1999), quién afirmó que el rendimiento en grano iba en aumento en la medida que se disminuía la labranza del suelo. Sin embargo, Gil citado por el mismo Mazzani (1999), señaló que el rendimiento del sésamo fue mayor bajo sistema de siembra convencional en comparación con la labranza reducida. Por otro lado, Beltrán & Fierros (1986), también observaron diferencias altamente significativas entre cinco métodos de labranza sobre el rendimiento del sésamo. Estos autores afirmaron que el uso del arado cincel más rastra era el sistema en el cual se obtenía los mejores rendimientos de sésamo, seguido por la labranza cero, el barbecho más rastra, rastra sola y por último la siembra al voleo con laboreo mínimo.

Además, Florentín et al. (2001), reportaron que la baja productividad de los cultivos en el sistema de siembra convencional, se debe a que los residuos vegetales no son lo suficiente para compensar las pérdidas de materia orgánica debido a la alta tasa de mineralización, no quedando disponible para el cultivo posterior.

Kiehl (1985) y Florentín et al. (2001), encontraron que la disponibilidad de materia orgánica y nutrientes es variable para las distintas coberturas de abonos verdes, siendo superior en las coberturas de verano en comparación con las coberturas de invierno, lo cual influye en la obtención de rendimientos diferenciados sobre las distintas coberturas de abonos verdes. Esto se ve reflejado en los rendimientos en grano del cultivo de sésamo obtenidos en el trabajo.

Número promedio de cápsulas por planta de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional.

Se observaron diferencias altamente significativas para el número de cápsulas por planta de sésamo en los cuatro sistemas de siembra analizados. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre los métodos de siembra, ni en la interacción entre sistemas de siembra y métodos de siembra (Tabla 2).

Tabla 2. Contrastes ortogonales del número promedio de cápsulas por planta de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

Fuente de Variación	gl	CM
Sistemas de siembra	3	34,029266670 **
Contrastes		
C ₁ : Siembra directa vs Siembra convencional	1	29,186051820 **
C ₂ : Cobertura muerta de verano vs cobertura muerta de invierno	1	73,711329840 **
C ₃ : Cobertura muerta de mucuna vs cobertura muerta de kumanda yvyrai	1	0,675334660 ns
Error (a)	20	3,539142500
Métodos de siembra	1	4,940833330 ns
Sistemas de siembra x Métodos de siembra	3	2,413722223 ns
Error (b)	19	2,586726526
Total	30	

CV= 15,34 %

* Grado libertad de error ajustado, perdiendo un gl por cada parcela perdida

** Altamente significativos ns No significativo

En el contraste de comparación se presentaron diferencias altamente significativas y superiores para el número de cápsulas por planta en las parcelas de sésamo sembradas en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verde comparado con el sistema de siembra convencional (Tabla 3; Figura 2).

Así mismo las diferencias en el número de cápsulas por planta fueron superiores y altamente significativas en el sistema de siembra directa sobre coberturas de verano comparado con la cobertura de invierno. En las parcelas sembradas sobre coberturas de mucuna y kumanda yvyrai, el número de cápsulas por planta oscilaron entre 146,5 a 134,5 y 144,8 a 156,4 en los métodos de siembra a chorrillo y a golpe respectivamente. En cambio, en las parcelas sembradas sobre la asociación de lupino más avena se alcanzaron entre 69,67 a 93,42 cápsulas por planta, en los métodos de siembra a chorrillo y a golpe respectivamente. No se presentaron diferencias significativas entre la siembra del sésamo sobre coberturas de verano, mucuna y kumanda yvyrai (Tabla 2; Figura 2).

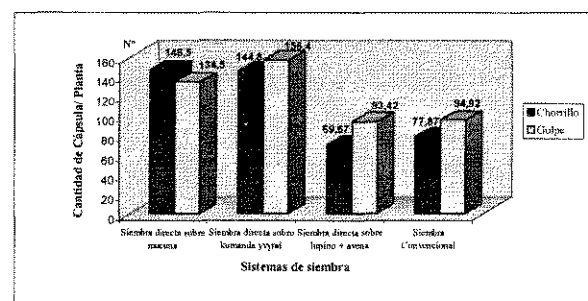


Figura 2. Número promedio de cápsulas por planta de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

¹ GIESBRECHT, W. (Estación Experimental Isla Po'i, Loma Plata, Chaco paraguay). Comunicación personal, 2003.

También se observaron mayor número de cápsulas por planta en los sistemas de siembra con mayor rendimiento en grano. Resultados similares fueron reportados por Delgado (1994), quien observó que el número de cápsulas por planta del cultivo de sésamo, es uno de los componentes del rendimiento con mayor influencia directa sobre el rendimiento final. Por otra parte, Beltrán & Fierros (1986), también reportaron diferencias altamente significativas en el número de cápsulas por planta al comparar cinco métodos de labranza en un cultivo de sésamo. Estos autores también obtuvieron mayor número de cápsulas por planta en siembra sobre barbecho más rastra, seguido por el uso del arado cincel más rastra, labranza cero, rastra sola y por último la siembra al voleo con laboreo mínimo.

Los resultados diferenciados entre los sistemas de siembra estudiados están en concordancia con los trabajos de Kiehl (1985) y Florentín et al. (2001), quienes observaron que la disponibilidad de materia orgánica y nutrientes, además de la relación C/N, varían con las distintas coberturas de abonos verdes, que determinarían la obtención de rendimientos diferentes.

3. Número promedio de semillas por cápsula de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional.

Se observaron diferencias significativas para el número de semillas por cápsulas entre los cuatro sistemas de siembra observados. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los métodos de siembra, así como en la interacción entre sistemas de siembra y métodos de siembra (Tabla 3).

Tabla 3. Contrastes ortogonales del número promedio de semillas por cápsula de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

Fuente de Variación	gl	CM
Sistemas de siembra	3	48,138255670 *
Contrastes		
C ₁ : Siembra directa vs Siembra convencional	1	55,105877780 *
C ₂ : Cobertura muerta de verano vs cobertura muerta de invierno	1	32,267222220 **
C ₃ : Cobertura muerta de mucuna vs cobertura muerta de kumanda yvyrai	1	57,041666670 *
Error (a)	20	12,280300000
Métodos de siembra	1	3,274033000 **
Sistemas de siembra x Métodos de siembra	3	3,900477667 **
Error (b)	19	8,845122842
Total	30	

CV= 3,9%

* Grado libertad de error ajustado, perdiendo un gl por cada parcela perdida

* Significativos ** No significativo

Las diferencias significativamente superiores en el número promedio de semillas por cápsula fueron observadas en el sistema de siembra convencional en compara-

ción con los sistemas de siembra directa. En las parcelas sembradas en el sistema de siembra convencional, el promedio de semillas por cápsula osciló entre 77,76 a 78,4 en los métodos de siembra a chorrillo y golpe respectivamente. En las parcelas sembradas en el sistema de siembra directa sobre las coberturas de kumanda yvyrai, de mucuna y la asociación lupino más avena, los promedios oscilaron entre 76,93 a 78,7; 75,23 a 74,23 y 73,93 a 74,6 en los métodos de siembra a chorrillo y golpe respectivamente. En el sistema de siembra directa no existen diferencias significativas entre las parcelas sembradas sobre coberturas de verano y de invierno. En cambio, la cantidad de semilla por cápsula fue significativamente superior en el sésamo sembrado sobre cobertura de kumanda yvyrai comparado con la cobertura de mucuna (Tabla 3, Figura 3).

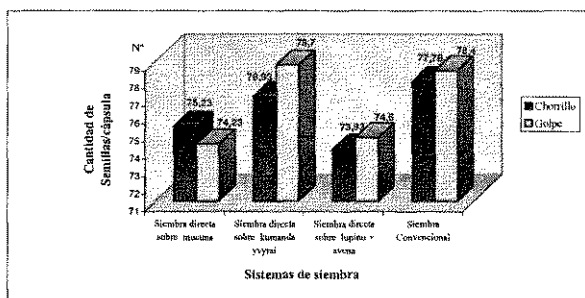


Figura 3. Número promedio de semillas por cápsula de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

En el sistema de siembra convencional, a pesar que los rendimientos en grano y la cantidad de cápsulas por planta son significativamente menores, el número de semillas por cápsula fue superior comparado con los demás sistemas de siembra estudiados. El número de semillas por cápsula es una característica genética de cada variedad de sésamo (Mazzani, 1999). Las plantas poseen gran capacidad de compensación entre los componentes del rendimiento. Además, se verificó que el número de semillas por cápsula no tuvo alta influencia en el rendimiento de ciertas variedades de sésamo (Delgado, 1994).

Peso promedio de 1.000 semillas de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional.

Se observaron diferencias altamente significativas entre los sistemas de siembra para el peso promedio de 1.000 semillas. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los métodos de siembra, ni en la interacción entre sistemas de siembra y métodos de siembra (Tabla 4). En general, el peso de 1.000 semillas osciló entre 2,94 y 3,105 g en los cuatro sistemas de

siembra (Figura 4).

Tabla 4. Contrastes ortogonales del peso promedio de 1.000 semillas de sésamo, variedad Escoba, en sistemas de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

Fuente de Variación	gl	CM
Sistemas de siembra	3	0,038352083 **
Contrastes		
C ₁ : Siembra directa vs Siembra convencional	1	0,013806250 ns
C ₂ : Cobertura muerta de verano vs cobertura muerta de invierno	1	0,137812500 **
C ₃ : Cobertura muerta de mucuna vs cobertura muerta de kumanda yvyrai	1	0,023437500 ns
Error (a)	20	0,009243750
Métodos de siembra	1	0,005832083 ns
Sistemas de siembra x Métodos de siembra	3	0,005352066 ns
Error (b)	19	0,010791669
Total	30	

CV= 3,44 %

* Grado libertad de error ajustado, perdiendo un gl por cada parcela perdida

** Altamente significativos ns No significativo

En el contraste, no se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de siembra directa y convencional, así como en sistemas de siembra directa, entre coberturas de verano, mucuna y kumanda yvyrai. Sin embargo, las diferencias fueron altamente significativas para las parcelas de sésamo sembradas en el sistema de siembra directa sobre coberturas muertas de verano en comparación con las sembradas sobre cobertura muerta de invierno (Tabla 4).

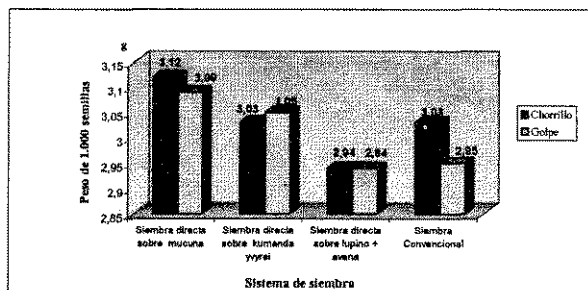


Figura 4. Peso promedio de 1.000 semillas de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

El peso de 1.000 semillas obtenido, se encuentra dentro del rango reportado por Mazzani (1999), quien mencionó que el peso de 1.000 semillas de sésamo oscila en general entre 2,31 a 3,18 g.

Los resultados de los promedios obtenidos para el peso de 1.000 semillas sobre las coberturas muertas de verano fueron superiores a las obtenidas sobre las coberturas de invierno (Figura 5). Estos resultados concuerdan

por lo mencionado por Florentín et al. (2001), quienes mencionaron que las coberturas de verano proporcionan mayor cantidad de nutrientes al suelo, en comparación con las coberturas de invierno.

Altura promedio de planta de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional.

En las mediciones de la altura promedio de planta de sésamo, se observaron diferencias altamente significativas entre los sistemas de siembra estudiados, en la interacción entre sistemas de siembra y métodos de siembra y entre los métodos de siembra (Tabla 5).

Tabla 5. Contrastes ortogonales de la altura promedio de planta de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001.

Fuente de Variación	gl	CM
Sistemas de siembra	3	0,396125000 **
Contrastes		
C ₁ : Siembra directa vs Siembra convencional	1	0,912025000 **
C ₂ : Cobertura muerta de verano vs cobertura muerta de invierno	1	0,262812500 *
C ₃ : Cobertura muerta de mucuna vs cobertura muerta de kumanda yvyrai	1	0,013537500 ns
Error (a)	20	0,036502500
Métodos de siembra	1	0,066008333 *
Sistemas de siembra x Métodos de siembra	3	0,069680555 **
Error (b)	19	0,011960526
Total	30	

CV= 18,12 %

* Grado libertad de error ajustado, perdiendo un gl por cada parcela perdida

* Significativo ** Altamente significativos ns No significativo

Las diferencias fueron altamente significativas para la altura de planta en el sistema de siembra directa en comparación con el sistema de siembra convencional. En las parcelas sembradas en el sistema de siembra directa, las diferencias fueron significativamente superiores para las coberturas muertas de verano en comparación con la cobertura muerta de invierno (Tabla 5; Figura 5).

Para los métodos de siembra a chorrillo y a golpe se observaron diferencias significativas en sistema de siembra directa sobre cobertura muerta de invierno para la altura de planta, siendo superior en las plantas sembradas a golpe (Figura 5).

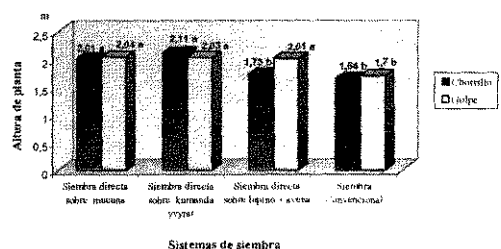


Figura 5. Altura promedio de plantas de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y en sistema de siembra convencional, con dos métodos de siembra, a chorrillo y a golpe. Yaguarón, Diciembre 2001. (test de Duncan al 5% de probabilidad)

En el ensayo se observó mayor altura de las plantas en el sistema de siembra directa comparado con el sistema de siembra convencional. Estos resultados son coherentes con lo reportado por Kiehl (1985), que mencionó que las coberturas muertas aumentan directa o indirectamente la capacidad del suelo de almacenar agua y de presentar buen drenaje lo que favorece la penetración de las raíces para la absorción del agua, propiciando así el desarrollo de plantas más vigorosas y aumento en las cosechas. Según Souza citado por Esberard et al. (2001), verificó que una duración de estrés hídrico de cuatro a diez y seis días, reduce linealmente la altura de la planta y la producción, expresada por el número de cápsulas por planta. En el ensayo, se presentaron periodos largos de sequía, especialmente durante seis semanas en las cuales solo se observaron seis días de lluvias esporádicas de 2 a 18 mm.

Además, según Florentín et al. (2001), las coberturas muertas durante su proceso de descomposición liberan en forma gradual la materia orgánica y los nutrientes, que son aprovechados por las plantas favoreciendo el desarrollo de las mismas.

Correlación entre rendimiento en grano, componentes del rendimiento y altura de planta de sésamo, variedad Escoba en sistemas de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional.

Se observó que el número de cápsulas por planta y la altura de planta del sésamo presentaron correlación positiva y significativa con el rendimiento, así como el número de cápsulas por planta presentó correlación positiva y significativa con la altura de planta. (Tabla 6).

Resultados similares fueron reportados por Delgado (1994), quien observó que el número de cápsulas por planta representó una de las características con mayor influencia directa sobre el rendimiento. Además mencionó

que la altura de la planta estuvo positiva y significativamente correlacionada con el rendimiento por parcela.

Tabla 6. Correlación entre rendimiento en grano, componentes del rendimiento y altura de planta de sésamo, variedad Escoba, en sistema de siembra directa sobre diferentes coberturas muertas de abonos verdes y sistema de siembra convencional. Yaguarón, Diciembre 2001.

CORRELACIONES	Componentes del rendimiento			
	Rendimiento en grano	Cápsulas/planta	Semillas/cápsula	Peso de 1.000 semillas
Rendimiento en grano	1			
Cápsulas/planta	0.562738905 *	1		
Semillas/Cápsulas	0.012494178	0.74640091	1	
Peso de 1.000 semillas	0.002185338	0.18782281	0.041976606	1
Altura de planta	0.73342804 *	0.77935715 *	-0.199761192	0.080062662

* Significativo

Otra correlación importante fue el número de cápsulas por planta con la altura de la planta. La altura de la planta influye positivamente en el rendimiento porque se correlaciona con el número de cápsulas por planta. Situación similar fue encontrada por Delgado (1994), quien indicó que a mayor altura de plantas también se observa mayor número de cápsulas por planta. También indicó que el número de semillas por cápsula no parece ser una característica que influya de manera importante en el rendimiento.

CONCLUSIÓN

1. El sésamo, variedad Escoba sembrado en suelos de gradados, en sistema de siembra directa sobre mucuna, kumanda yvyrai y la asociación lupino blanco más avena negra, produjeron rendimientos promedios en grano superiores al sembrado en el sistema de siembra convencional.
2. El rendimiento en grano, número de cápsulas por planta, el peso de 1.000 semillas y la altura de planta fueron superiores en las parcelas sembradas sobre coberturas de verano, mucuna y kumanda yvyrai, comparado con las sembradas sobre coberturas de invierno, asociación lupino blanco más avena negra.
3. La altura de planta fue superior en las parcelas de sésamo sembradas sobre coberturas de mucuna, kumanda yvyrai y la asociación de lupino blanco más avena negra, con relación al sistema de siembra convencional.
4. Los métodos de siembra a chorrillo y a golpe no influyeron en el rendimiento en grano y sus componentes, tanto en el sistema de siembra directa como en el

sistema de siembra convencional.

5. Se observaron correlaciones positivas y significativas entre el rendimiento en grano y el número de cápsulas por planta, así como entre el rendimiento en grano y la altura de planta, en ambos sistemas de siembra.

LITERATURA CITADA

- BELTRAN, M & FIERROS, G. 1986. Efecto de cinco métodos de labranza sobre el rendimiento de ajonjolí de temporal en la Región de Alamos, Sonora. Agricultura Técnica en México. (MX). 12 (1): 91 – 103.
- DELGADO, M. 1994. Correlaciones y coeficientes de trayectoria en Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Bioagro (Ve). 6(1): 18- 23.
- DERPSCH, R.; FLORENTÍN, M.; MORIYA, K. 2000. Importancia de la Siembra Directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola. San Lorenzo, PY: MAG – GTZ. 40 P.
- ESBERARD, N. et al. 2001. Ecofisiología e Fisiología. In: O Agronegócio do Gergelim no Brasil. Brasília, DF: EMBRAPA. p 36 – 57.
- FLORENTÍN, M. et al. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa. Pequeñas Propiedades. San Lorenzo, PY: MAG – GTZ. 84 p.
- KIEHL, E. 1985. Fertilizantes orgánicos. São Paulo, BR: Ceres. 492 p.
- MAG – GTZ. 2001. Siembra Directa en Pequeñas Propiedades. Asunción, PY: DEAG. 4 p.
- MAZZANI, B. 1999. Investigación y tecnología del cultivo del ajonjolí en Venezuela (en línea). Portuguesa, Venezuela. Consultado el 19 de Dic. 2001. Disponible en <http://ajonjolí.sian.info.ve>
- VALINOTTI, P. & LEGUIZAMÓN, R. 1997. El sésamo: como producirlo. San Lorenzo, PY: MAG (Triptico).