

Efecto de la edad de incorporación de dos abonos verdes sobre algunas propiedades del suelo y el rendimiento del rábano (*Raphanus sativus*)

*Influence of two green manure types and its age when incorporated on some soil properties and radish (*Raphanus sativus*) yields*

Napoleón Fernández¹ y Luisyemar Ortega¹

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Agronomía.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de dos abonos verdes (*Crotalaria juncea* y *Vigna radiata*) y la edad de incorporación (25; 35 y 45 días), sobre algunas propiedades del suelo y el rendimiento del rábano (*Raphanus sativus*), se condujo un ensayo en un suelo Typic Haplustol en el campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UCV. Ambos materiales fueron incorporados a los 25, 35 y 45 días de edad, esperándose 21 días para la siembra del rábano, realizándose la cosecha a los 35 días.

Se usó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento (24 unidades experimentales). Se caracterizó física y químicamente el suelo al inicio y al final del ensayo, además de evaluaciones a los abonos verdes y al cultivo principal.

Los resultados obtenidos, reflejan que la mayoría de las características evaluadas mejoraron con el uso de abonos verdes y a medida que aumenta la edad de incorporación. Las comparaciones entre los tratamientos evidenciaron diferencias significativas en el caso de la densidad aparente (con la edad de incorporación), la materia orgánica, el fósforo disponible y el pH.

En cuanto a la tasa de crecimiento, la crotalaria superó desde el inicio al frijol mungo, con la consecuente mayor producción de biomasa, resultando en diferencias significativas tanto para los materiales como para las edades de incorporación. Además la crotalaria proporcionó una mayor cobertura durante los primeros 25 días, y fue luego superada por el frijol mungo.

Los materiales y las edades de incorporación indujeron diferencias significativas en el rendimiento del rábano. El tratamiento con frijol mungo fue el que produjo el mayor peso de raíz, que es la parte comercial.

Palabras claves: abonos verdes, rábano, propiedades del suelo.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the influence of two green manure types incorporated at different ages (25, 35 and 45 days) on some soil properties and radish (*Raphanus sativus*) yield, an experiment was carried out on a Typic Haplustol soil at the experimental field of the Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela in Maracay, using sunnhemp (*Crotalaria juncea*) and mung bean (*Vigna radiata*(L) wilczek). Both GM were incorporated at of age, and radish was sown 21 days later, and harvested at 35 days.

A complete randomized block design was used with four replications (24 experimental units). A physical and chemical characterization of soil was conducted at the beginning and at the end of the experiment, and evaluations of the two green manure and radish crop were performed.

Results indicated in general terms, that most of the evaluated soil properties improved largely with GM incorporation and with increasing age when compared with soil initial conditions. Among the soil physical properties evaluated, significant differences were found only for bulk density influenced by age of incorporation with no difference for GM type. Soil chemical properties like OM, P available, and pH showed significant differences between GM types, and pH was the only property that showed significant difference as influenced by incorporation age of green manure.

Regard green manure growth rate, sunnhemp exceeded from the beginning mung bean growth rate. As a consequence, biomass yields showed significant differences among green manure types and incorporation ages. Additionally, sunnhemp provided a better soil surface cover during the first 25 days, being surpassed by mung bean later.

Radish yields showed significant differences among GM type treatments and incorporation ages. The highest root yields in radish was whit mung bean, (roots are the edible parts) thus highest root yields.

Key words: green manures, radish, soil properties.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de incrementar la productividad agrícola en el país, especialmente en el caso de la agricultura intensiva, cuya consecuencia inevitable es el agotamiento del suelo si no se toman las previsiones del caso, ha requerido por lo general la utilización de híbridos de altos rendimientos, los que por su naturaleza son muy exigentes a condiciones nutricionales, esto ha traído como consecuencia el uso intensivo de fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos y en especial los nitrogenados. La alta energía requerida para la producción de dichos fertilizantes, los altos costos de los mismos, la inexistencia de subsidios a los productos agrícolas y las limitaciones crediticias, en algunos casos, han despertado el interés en la búsqueda de alternativas tecnológicas, entre las que se destacan la utilización de abonos verdes como una práctica agronómica deseable, siendo las leguminosas las más empleadas por sus grandes ventajas como fertilizante nitrogenado, debido a la capacidad simbiótica del *Rhizobium* de fijar el nitrógeno atmosférico, que llega a adicionar entre 100 y 400 Kg.ha⁻¹ (Duque y De-Polli, 1986).

Numerosos autores han señalado la bondad de las leguminosas como abonos verdes, que en forma general actúan tanto en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como en el incremento de la productividad de los cultivos (Duque y De-Polli, 1986; Ferreira, 1999; Alcántara y Furtini, 2000).

Otros aspectos señalados como importantes, es que algunos abonos verdes han actuado en la reducción de poblaciones de nemátodos (Sharma, 1982) y otros en cambio, tienden a reducir la población de malezas por defecto alelopático (Abboud y Duque, 1986), citados por Arf y Silva 1999).

Vieira y Fernández (2000) y Amado (1985), citado por Bolggs (2002), señalan que la cobertura vegetal, en especial los abonos orgánicos, mejoran la estructura, previniendo la degradación del suelo y la formación de costras que reducen la infiltración; además disminuyen la velocidad de escorrentía, la concentración de los sedimentos transportados y en consecuencia la erosión. Sidiras y Roth,(1984) citados por Florentin, (2000), evaluando la capacidad de infiltración de suelos bajo diferentes coberturas (abonos verdes) con un simulador de lluvia, encontraron que estos la aumentaron notablemente, en comparación con las parcelas desnudas.

León (1993) señala que el efecto de los abonos verdes incorporados o no, pareciera radicar en el mantenimiento de la estructura del suelo, reducir la compactación y la protección del suelo contra la erosión. Russell (1971), señala que la incorporación de la materia orgánica sea en forma de estiércol o abono verde provoca solo mejoras momentáneas en algunas de las características físicas por incremento de volumen del suelo generado por la fracción no humificada y que al momento de descomponerse la materia orgánica, estos efectos van desapareciendo.

Estos beneficios han sido ampliamente demostrados en diferentes condiciones. Así la reducción de la densidad aparente y altos valores de porosidad total y macroporosidad se ha atribuido a la acumulación de la materia orgánica en el suelo (Obi y Nnabude, 1988).

Casanova, 1996, destaca que el uso frecuente de los abonos verdes, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo cual repercute favorablemente en la productividad.

Brigard, (2000) concluyó que el uso de los abonos verdes (*frijol, kudzu y crotalaria*), recuperaron rápidamente el suelo por la rápida descomposición de la biomasa, permitiendo incorporar altas tasas de materia orgánica, mejorando la estabilidad de los agregados y recuperando la génesis natural del suelo.

En cuanto a las propiedades químicas, Rivero (1993) y Alcántara y Furtini (2000), coinciden en señalar que los abonos verdes reducen la lixiviación de nutrientes, aumentan la capacidad de intercambio catiónico y mejoran la suplencia de algunos elementos químicos como el Ca, N, P, K. Resultados similares ha señalado Malavolta, (1986), quien encontró que los contenidos de K, N, P, Ca y Mg son superiores en las leguminosas que en la gramíneas, por lo que recomienda como principal opción a las primeras para ser usadas como abonos verdes por su alto valor nutritivo. Por otro lado, Buckles (2002) señala que las poblaciones microbianas se favorecen con los abonos verdes.

Finalmente, en cuanto al efecto positivo sobre el rendimiento de los cultivos, se destacan los trabajos de Amabile y Correia (1994) y Arf y Silva (1999) entre otros.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la incorporación de dos abonos verdes (crotalaria y frijol mungo) a diferentes edades sobre algunas propiedades del suelo, así como en el rendimiento del rábano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la UCV, en un suelo Típico Haplustoll, franco arenoso, con pH cercano a la neutralidad, temperatura y precipitación promedio anual de 26 ° C y 1000 mm, respectivamente.

Los materiales usados como abono verde fueron crotalaria (*Crotalaria juncea*) y frijol mungo (*Vigna radiata* L wilczek) y el rábano (*Raphanus sativus*) de la variedad Red Guian se usó como cultivo comercial. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques al azar con dos niveles: 2 abonos verdes por 3 edades de incorporación para un total de 6 tratamientos y 4 repeticiones. El ensayo ocupó un área total de 384 m² y el área efectiva de cosecha de 153,6 m². La densidad de siembra para los abonos fue de 32 Kg.ha⁻¹, que es la una de la más utilizadas (Aciego, 1995), los cuales fueron sembrados en forma escalonada y los tratamientos fueron conformados incorporando los abonos verdes a los 25, 35 y 45 días de edad, tal como se indica en el cuadro 1. Incorporados los abonos verdes se esperaron 21 días para la siembra del rábano; éste se sembró a chorro corrido en surcos separados a 0.80 m para una densidad inicial cercana a 500.000 plantas. ha⁻¹. A los 15 días se hizo un entresaque dejando una planta cada 5 cm, para una densidad final de cosecha de 250.000 plantas. ha⁻¹.

El análisis estadístico realizado consistió en prueba de normalidad, análisis de varianza y prueba de Duncan, con ayuda del paquete estadístico S.A.S.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados

Trat.	Material	Edad (días)	Cant. Incorporada (Kg.ha ⁻¹)
T1	Crotalaria	25	8.625
T2	Crotalaria	35	13.563
T3	Crotalaria	45	17.875
T4	Fríjol mungo	25	7.031
T5	Fríjol mungo	35	11.319
T6	Fríjol mungo	45	14.375

Mediciones realizadas durante el ensayo:

Caracterización física y química del suelo: Las muestras fueron tomadas antes de la siembra del abono verde y dos antes de la cosecha del cultivo.

Caracterización física del suelo:

Se hizo una caracterización física al inicio y al final del ensayo. Se tomaron muestras no disturbadas con un toma muestra tipo "Uhland" y fueron procesadas siguiendo la metodología propuesta por Pla (1983).

Las determinaciones fueron las siguientes:

Densidad aparente (Mg.m^{-3}), Porosidad total (%), Macroporosidad (%), Conductividad hidráulica (cm.h^{-1}) y Módulo de Ruptura (Kg.cm^{-2}).

Caracterización química del suelo:

Igualmente se hizo una caracterización química al inicio y al final del ensayo, haciéndose las siguientes determinaciones con las metodologías señaladas a continuación:

Materia orgánica (g.kg^{-1}): Método de Walkley-Black por combustión húmeda.

Nitrógeno total (g.kg^{-1}): Método de Kjeldhal modificado.

Fósforo disponible (mg.Kg^{-1}) por colorimetría, Potasio disponible (mg.Kg^{-1}) por emisión de llama, Calcio y Magnesio intercambiables (mg. Kg^{-1}) por absorción atómica, usando el Método Carolina del Norte como extractante.

Conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) y pH, en agua 1:2.

Mediciones a los abonos verdes:

Altura de planta, % de cobertura y biomasa total.

Mediciones al cultivo:

Parte aérea: Altura, peso fresco

Parte radical: Diámetro y peso fresco y seco de raíz

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas y químicas iniciales del suelo.

La caracterización física inicial del suelo se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características físicas iniciales del suelo

Da Mg.m^{-3}	Porosidad (%) EPT M($\mu\text{m}>15$)		Kc (cm.h^{-1})	MR (Kg.cm^{-2})
1,52	37,5	31,5	0,4	1,00

Da: Densidad aparente; EPT: Porosidad total (%); M Macrop. (%)
Kc: Conductividad hidráulica; MR: Módulo de Ruptura

El suelo presentó valores medios de Da y Porosidad total y valor alto de Macroporosidad ($\mu\text{m}>15$) superior al 10 %, valor señalado como limitante por debajo del cual se pueden presentar problemas de aireación para los cultivos. El MR presentó valores muy bajos, si se compara con el valor limitante de $3,06 \text{ Kg.cm}^{-2}$ y en cuanto a la Kc, presentó un valor superior al límite crítico que es de 0.2 cm.h^{-1} , (Pla,1983).

De estos resultados se deduce que este suelo no presenta limitaciones físicas, ya que estas características le condicionan una buena capacidad de aireación y de transmisión de agua, es decir buen drenaje interno, sin embargo se espera comprobar si los tratamientos incorporados, le confieren o no algunos cambios significativos.

Los resultados de la caracterización química inicial, se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características químicas iniciales del suelo

MO	N	P	K	Ca	Mg	Na	CE	pH
g.kg ⁻¹		(mg.Kg ⁻¹)					ds.m ⁻¹	
1,8	0,1	154	52	2832	400	25	0,25	7,5

Estos resultados indican que a pesar del bajo contenido de MO y N, este suelo presenta un potencial de fertilidad adecuado, ya que los contenidos de P, Ca y Mg son muy altos y el K es de contenido medio. Así mismo no presenta problemas de salinidad dada su baja CE, y tampoco problemas de Na, por su bajo contenido, con pH moderadamente alcalino.

Efecto de los abonos verdes sobre las características físicas del suelo.

En lo que respecta a la densidad aparente (Da) presentada en la figura.1, se encontró que los abonos verdes redujeron sensiblemente los valores, si se compara con las condiciones iniciales del suelo, encontrándose diferencias significativas entre las edades de incorporación. Cuando se comparan los abonos entre sí y sus edades, no se observaron diferencias significativas entre los abonos verdes, pero sí entre las edades de incorporación, la tendencia indica que al aumentar la edad de incorporación aumenta la biomasa incorporada y disminuye la Da, como consecuencia se reducen los problemas de compactación. Esto coincide con los resultados de Baver y Black (1992), quienes al trabajar con suelos de diferentes texturas, encontraron cambios beneficiosos en la Da al aumentar la concentración de carbono orgánico en el suelo.

En el caso de las variables EPT, M y Kc (Figuras 2, 3, 4 respectivamente), se observa una mejora en las mismas, cuando se incorporan los abonos verdes, si se compara con las condiciones iniciales del suelo, es decir hubo un incremento en la Porosidad Total, (Figura 2) que en todos los casos superó el 45 %, considerado como un valor adecuado. La Macroporosidad (Figura 3) se incrementa en forma significativa con los abonos verdes, hasta alcanzar valores entre 31 y 36 %, a pesar de no ser inicialmente limitante. En general estos resultados coinciden con los indicados por Pagliai y Sequi, (1982) citados por Sánchez, (1999), quienes señalan que la incorporación de residuos vegetales incrementó el porcentaje de poros totales y macroporos. En cuanto a la Conductividad hidráulica (Figura 4), ésta aumentó considerablemente y se encontró que al final del ensayo todos los tratamientos superan el valor de esta variable entre 2,5 y 3 veces, lo que indica la influencia positiva de los abonos verdes sobre la misma, condiciones estas favorables desde el punto de vista de aireación y transmisión de agua.

Cuando se comparan los abonos entre sí y sus respectivas edades, no se encontraron diferencias significativas entre los mismos, ni entre sus edades de incorporación para estas variables.

En lo que respecta al Módulo de Ruptura, representado en la figura 5, se observa que los valores obtenidos al usar los abonos verdes son muy similares al valor inicial del suelo, es decir no se observa una influencia notoria de dichos abonos sobre esta variable. Resultados similares son mostrados por Clement y Ladha, (1998) cuando incorporaron residuos de Glycine max (L), sin lograr modificación de la misma.

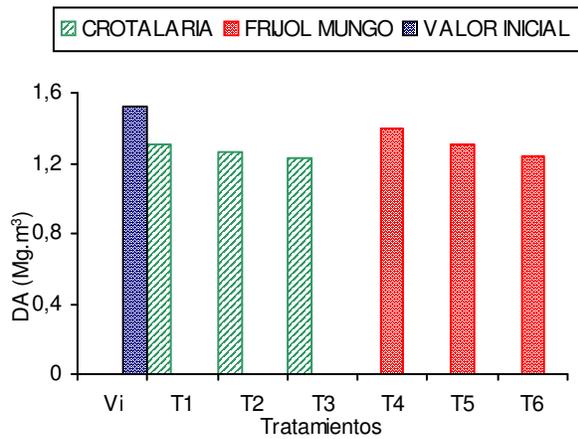


Figura 1. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Densidad aparente (Da)

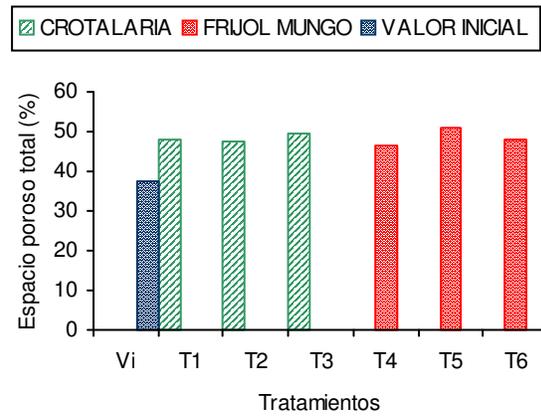


Figura 2. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Porosidad total (EPT)

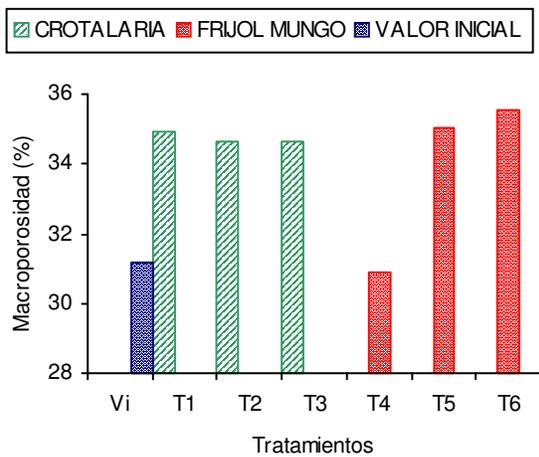


Figura 3. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Macroporosidad (M)

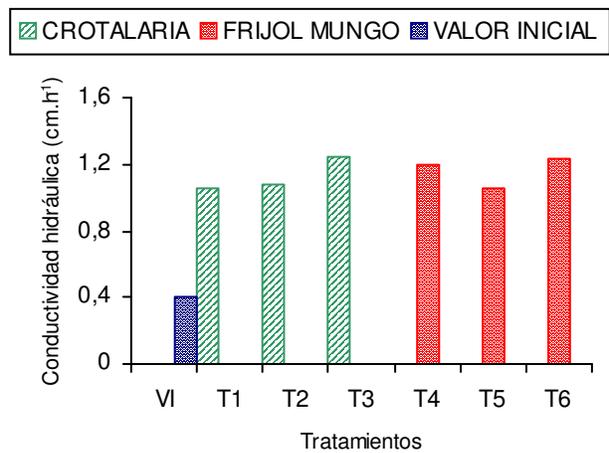


Figura 4. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Conductividad Hidráulica (Kc)

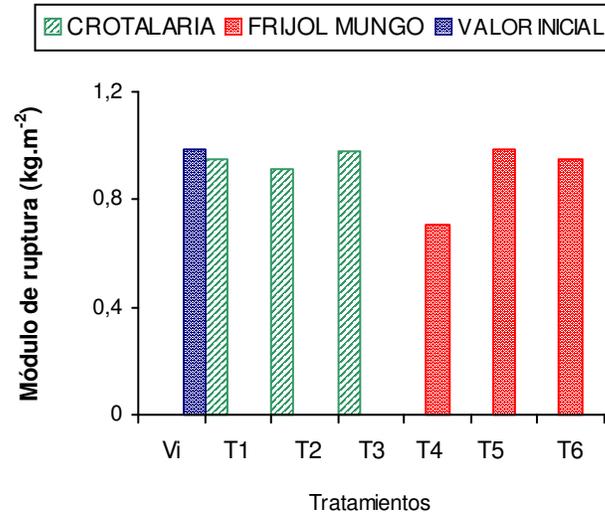


Figura 5. Efecto del uso de abonos verdes sobre El Módulo de Ruptura

Efectos de los abonos verdes sobre las características químicas.

En cuanto al efecto de los abonos verdes sobre las características químicas, se encontró que tanto para la MO (Fig. 6), N total (Fig.7), K (Fig. 8) y Ca (Fig.9), la tendencia general fue aumentar cuando se incorporaron los abonos verdes, si se comparan con las condiciones iniciales. Es de señalar que en el caso de la MO (Fig. 6), este comportamiento se evidencia claramente en la crotalaria, en cambio con el frijól mungo, se presenta un comportamiento no esperado, ya que los tratamientos T4 y T5 resultaron ser menor que en la condición inicial, lo cual puede atribuirse a un error en el muestreo o bien en la determinación de laboratorio.

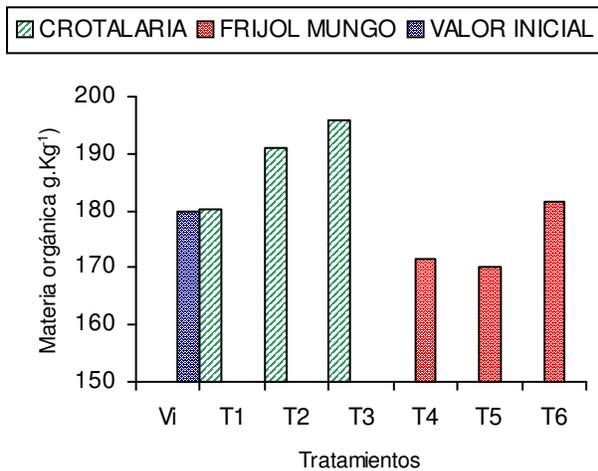


Figura 6. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Materia Orgánica

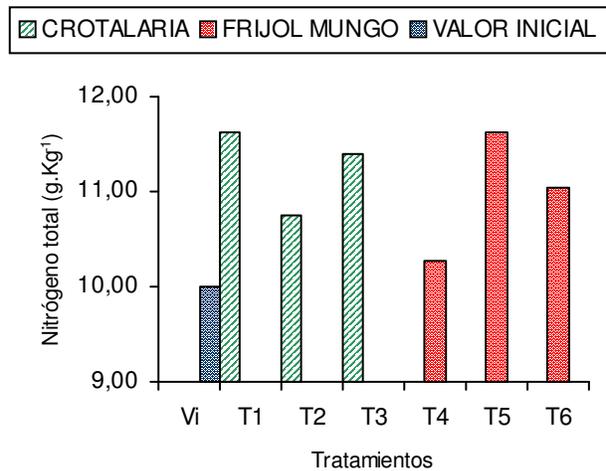


Figura 7. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Nitrógeno

Cuando se comparan los abonos entre sí y sus respectivas edades, se observa que en lo que respecta a estas variables, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales ni entre las edades de incorporación, pero sí una tendencia general de incrementos de las misma con la edad de incorporación, salvo para el caso del N (Fig.7) que no se encontró una diferencia claramente definida en ambos materiales ni para sus edades de incorporación, lo cual puede ser atribuido a errores de muestreo.

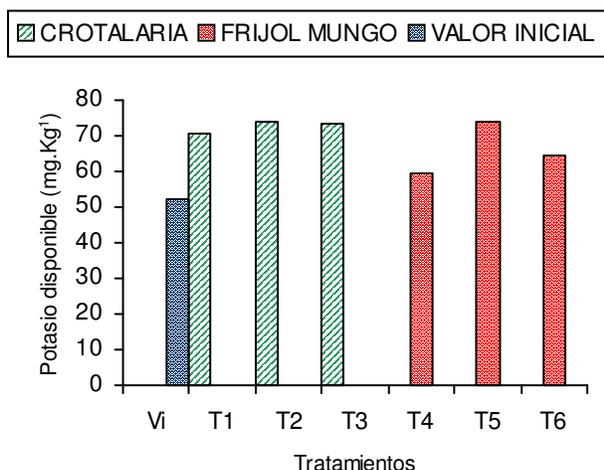


Figura 8. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Potasio

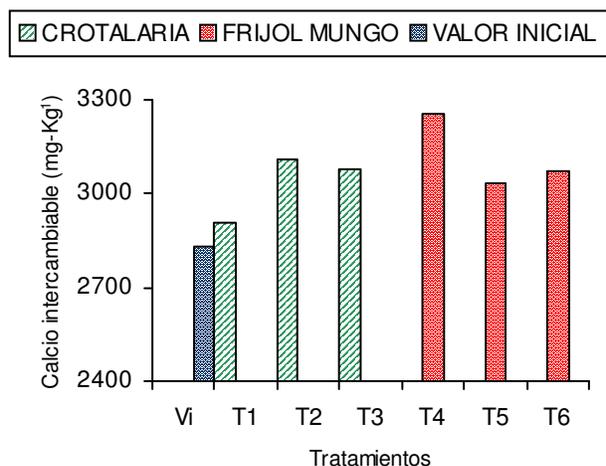


Figura 9. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Calcio intercambiable

En lo que respecta al Mg intercambiable (Fig.10), se encontró en general diferencias significativas entre el contenido inicial y los tratamientos (con excepción del T4), siendo mayor el inicial al obtenido con la incorporación de los abonos verdes, lo cual puede deberse a que a este elemento se encuentra en una mayor disponibilidad en el suelo, pudiendo ser absorbido por el cultivo o lixiviado, debido al proceso acidificador al incorporar los abonos. Así mismo no se encontraron diferencias significativas entre los materiales evaluados ni entre las edades de incorporación.

Referente a la Conductividad eléctrica (Fig.11), tuvo un comportamiento muy similar, al igual que la mayoría de las variables anteriores, no encontrándose diferencias ni entre materiales ni edades, observándose que el valor inicial es muy semejante a los obtenidos por los tratamientos. Además se puede inferir que este suelo no presenta problemas de sales, dado los bajos valores obtenidos tanto al inicio como al final del ensayo.

En relación al Fósforo disponible (Fig.12) se encontró un incremento con la incorporación de los abonos, al compararse con las condiciones iniciales. Resultados similares son reportados por Rivero (1993), al señalar que la incorporación de residuos vegetales mejora la suplencia de fósforo disponible. Por otro lado se encontraron diferencias entre los materiales y no así entre las edades, obteniéndose el mejor resultado con el frijol mungo, mostrando en ambos materiales cierta tendencia de aumentar con la edad del material, lo cual está directamente en correspondencia con la cantidad de residuos incorporados.

En cuanto al pH (Fig. 13) se encontraron diferencias significativas, tanto entre los materiales como entre las edades, variando en el rango de mayor disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes, siendo desde el punto de vista agronómico, el rango más favorable.

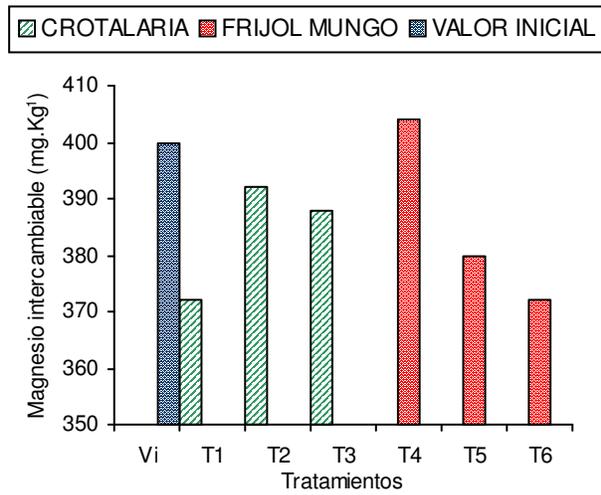


Figura 10. Efecto del uso de abonos verdes sobre el Magnesio

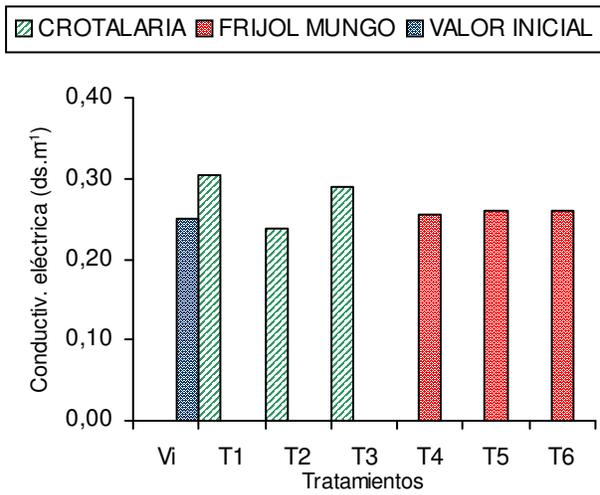


Figura 11. Efecto del uso de abonos verdes sobre la Conductividad Eléctrica

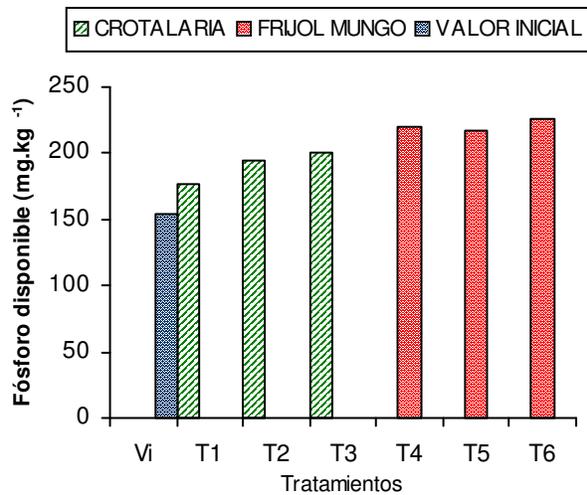


Figura 12. Efecto del uso de abonos verdes sobre el Fósforo disponible

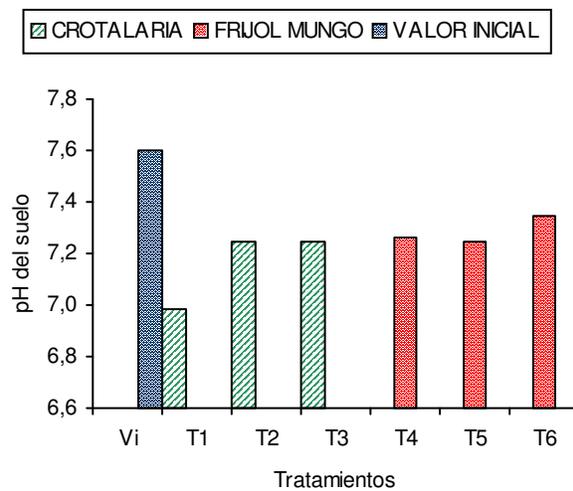


Figura 13. Efecto del uso de abonos verdes sobre el pH

Se observa además que el pH del suelo disminuyó ligeramente con la incorporación de los abonos, resultados éstos que coinciden con los reportados por Briceño (2002), quien encontró que la acumulación de residuos orgánicos por diferentes coberturas en el cultivo del maíz, disminuyó el valor del pH en el suelo. Esto es debido a la ocurrencia de una mayor mineralización de la materia orgánica, lo cual produce una alta liberación de iones de hidrógeno (Eckert, D. 1991)

Parámetros medidos a los abonos verdes:

Al analizar el desarrollo vegetativo de los abonos verdes (altura de planta y % de cobertura), se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de materiales para dichos parámetros. La crotalaria presentó una mayor velocidad de crecimiento, llegando a alcanzar 2,5 veces la altura del frijol a los 45 días de edad. En consecuencia la crotalaria llega a aportar la mayor cantidad de biomasa a ser incorporada, además de una mayor cobertura inicial hasta los 25 días, a partir de los cuales es superado por el frijol mungo. (Figuras 14 y 15). Es de destacar que dichos materiales desde el primer mes de edad son capaces de aportar una cobertura sobre el suelo superior al 30 %, lo cual se considera muy importante como práctica conservacionista.

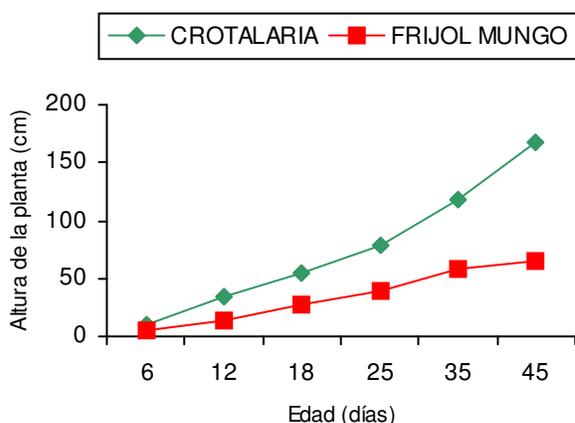


Figura 14. Efecto del uso de abonos verdes sobre la altura de planta

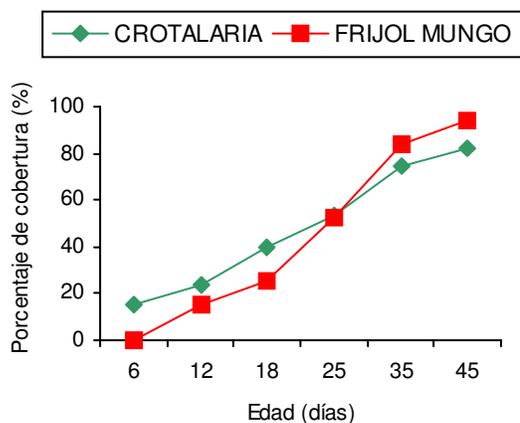


Figura 15. Efecto del uso de abonos verdes sobre el porcentaje de cobertura

Efectos de los abonos verdes sobre algunas variables de rendimiento del rábano.

Sobre las variables de rendimiento del rábano tales como diámetro del rábano y peso fresco de raíz (Figuras 16 y 17), así como en la altura de planta y peso seco de raíz (Figuras 18 y 19), se encontraron diferencias estadísticas significativas entre materiales y edades. Los mayores rendimientos se lograron en los tratamientos donde se incorporó abono a mayor edad. No obstante el tratamiento con frijol mungo mostró el mejor efecto para estas variables, especialmente en lo referente al peso fresco de la raíz, a pesar de ser inferior al rendimiento comercial.

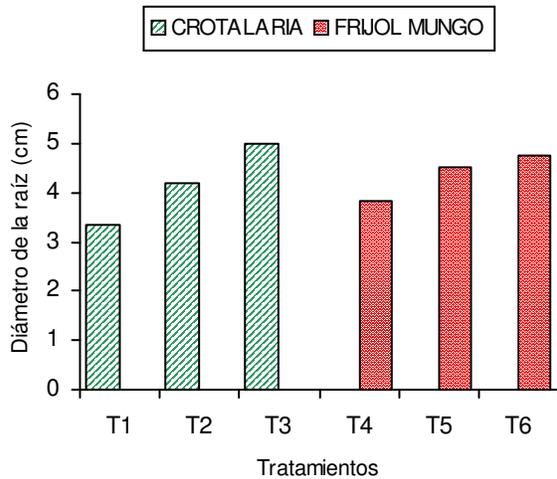


Figura 16. Efecto del uso de abonos verdes sobre el Diámetro de Raíz

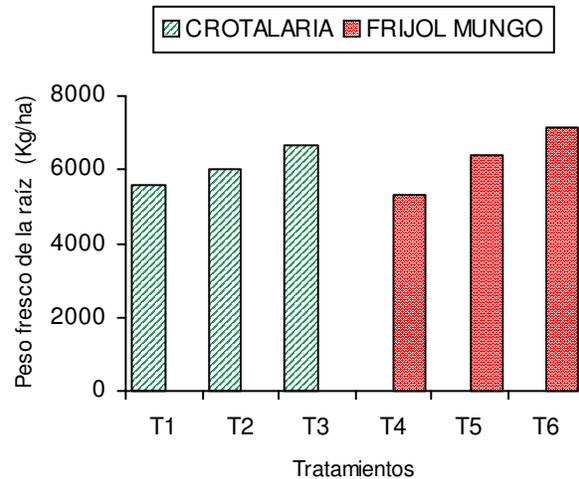


Figura 17. Efecto del uso de abonos verdes sobre el Peso Fresco

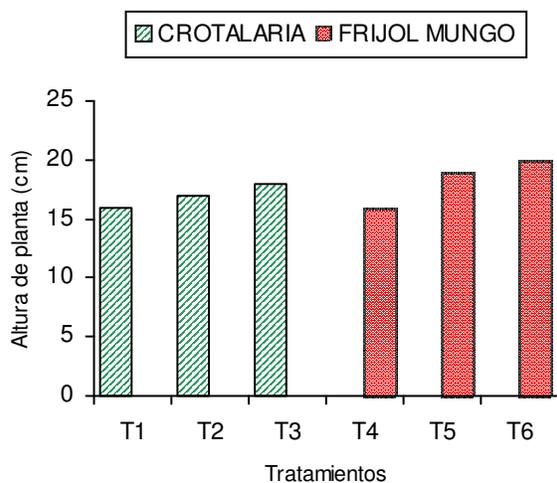


Figura 18. Efecto del uso de abonos verdes sobre la altura de planta de rábano

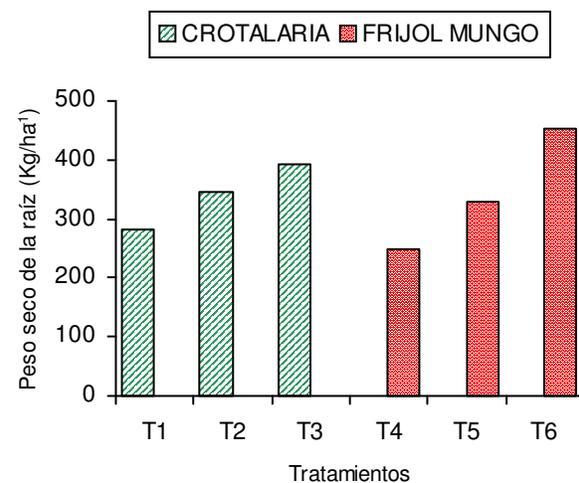


Figura 19. Efecto del uso de abonos verdes sobre el peso seco de raíz de rábano

CONCLUSIONES

En las condiciones en que se condujo el presente ensayo se concluye que, independientemente del tipo de material y edad de incorporación, los abonos verdes produjeron cambios favorables en las características del suelo, si se le compara con las condiciones iniciales.

En relación a las características físicas evaluadas (MR, EPT, M, Kc) no se evidenciaron diferencias significativas entre los materiales empleados, ni entre sus edades de incorporación, lo cual puede deberse en parte a las buenas condiciones originales del suelo

En el caso de la Da, se encontraron diferencias significativas dependientes de la edad del abono incorporado, resultando el menor valor en ambos abonos a los 45 días de edad de incorporación, debido posiblemente al mayor volumen de biomasa incorporado. De igual manera la Da resultó ser menor en todos los tratamientos si se le compara con la Da inicial.

En cuanto a las características químicas del suelo (MO , N, K, Ca,) no se encontraron diferencias significativas entre materiales ni entre edades de incorporación. Sin embargo se observa un ligero aumento de todos ellos con los abonos verdes al compararlo con las condiciones iniciales, con excepción de la MO en donde se presenta un comportamiento no esperado con el frijol mungo, cuyo resultado puede atribuirse a un error en la determinación.

En relación al P se encontraron diferencias significativas solo entre los materiales incorporados y no entre las edades de incorporación, observándose el mejor resultado con el frijol mungo. Así mismo se encontró que con ambos materiales se incrementó el contenido de P en el suelo, si se compra con la condición inicial. El resto de características no mostró diferencias estadísticas significativas entre los materiales y edades.

En lo que respecta al Mg y la CE, no se encontraron diferencias significativas ni entre materiales ni edades. La CE mantuvo valores similares a los iniciales del suelo y el Mg intercambiable disminuyó ligeramente con la incorporación de los abonos, lo cual puede deberse a que este elemento se encuentra en una mayor disponibilidad en el suelo, pudiendo ser lixiviado o absorbido por el cultivo.

En cuanto al pH, se encontraron diferencias significativas tanto entre materiales como entre edades. Sin embargo el rango de variación está en el de mayor disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes, es decir entre 6.98 y 7.35. Se observa en todo caso que el pH se hizo menos alcalino, con la incorporación de los abonos orgánicos, si se comprara con la condición inicial.

Respecto a las variables medidas a los abonos verdes, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los materiales y edades de incorporación, resultando la crotalaria con mayor altura de planta e incorporación de biomasa y mayor porcentaje de cobertura inicial, aunque luego es superada al final por el frijol mungo en relación a esta última variable.

En relación a las variables relacionadas con el rendimiento del rábano, para la gran mayoría de ellas se encontraron diferencias significativas entre los materiales evaluados y la edad de incorporación, observándose incrementos de ellas con la edad del material incorporado, resultando al final, el tratamiento con frijol mungo el de mayor diámetro y peso de la raíz, que es la parte comercial.

Finalmente se puede concluir que los abonos verdes constituyen una alternativa complementaria en el manejo de los cultivos, en especial los hortícolas, ya que tienden a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se traduce en incrementos en la productividad y beneficio económico.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Prof. Xiomara Abreu por el montaje inicial del ensayo , al CDCH de la UCV, a la Facultad de Agronomía de la UCV, a FUNDACITE Aragua y al IPP de la UCV por el financiamiento otorgado para la presentación de este trabajo en el XII Congreso Latinoamericano y V Colombiano de la Ciencia del Suelo. Cartagena de Indias. Colombia 2004.

LITERATURA CITADA

Aciego, J. 1995. Efecto de los abonos verdes (*Crotalaria juncea*) y los sistemas de labranza Conservacionista sobre la dinámica de algunas poblaciones en un suelo del Valle Medio del Río Yaracuy. Tesis de Maestría. Maracay. Venezuela. Universidad Central. Facultad de Agronomía. Postgrado en Ciencias del Suelo. 202 p.

- Alcantara, F y A. Furtini.** 2000. Adubacao verde na recuperacao da fertilidade de un Latosolo Vermelo-Escuro degradado. (Bras.) Pesquisa Agropecuaria. Vol. 35(2): 277-288.
- Amabile, R y J. Correia.** 1994. Efeito do manejo de adobos verdes na producto de mandioca (*Manihot esculenta Crantz.*) (Bras.) Pesquisa Agropecuaria. Vol.29(8):1193-1199.
- Arf, O. y L. Silva.** 1999. Efeito da rotacao de culturas, adubacao verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijao. (Bras.) Pesquisa Agropecuaria. Vol 34(11): 2029-2036.
- Baver, A. y L. Black.** 1992. Organic carbon effects on available water capacity on three soil textural groups. Soil. Sci. Am. J. 56: 248-254.
- Bolggs, J.** (7de marzo de 2002). Abonos verdes. (On-line). http://www.fao.org/ags/AGSE/ages_ag/s/7mo/iita/C12.htm.
- Briceño, O.** 2002. Evaluación de diferentes coberturas vivas como barbecho mejorado en un sistema de labranza conservacionista y su relación con las propiedades químicas de dos suelos de textura contrastante del Estado Guárico. Tesis de Grado. Maracay, Venezuela. Facultad de Agronomía. 71 p.
- Buckles, D.** (7 de marzo de 2002). La revolución de los abonos verdes,(On-line).<http://www.laneta.apc.org/pasos/fbuck1.htm>.
- Brigar, C.** 2000. Coberturas , abonos verdes y rotación de cosechas en Colombia. In: Memoria XVI Congreso venezolano de la Ciencia del Suelo. Maracaibo 24 al 27 de septiembre de 2001. (CD-ROM)
- Casanova, E.** 1996. Introducción a la Ciencia del Suelo. La Materia Orgánica de los Suelos. Ediciones CDCH_UCV: Caracas. Venezuela. 379 p.
- Clement, A. y J. Ladha.** 1998. Nitrogen dynamics of various green manure species and relationship to lowland rice production. Agronomy Journal. (EE.UU.) 90(2): 149-154.
- Duque, F. y H. Polli.** 1986. Utilizacao mais intensive e diversificada de adobos verdes. Pesquisadores da EMBRAPA/UAPNPBS, Seropédica (Bras.). p. 20-23.
- Eckert, D.** 1991. Chemical attributes of soil subjected to no-till cropping withrye cover crops. Soil Science of American Journal. 55: 405-409.
- Ferreira, M.** 1999. Fitomassa de adobos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. (Bras.) Pesquisa Agropecuaria. Vol. 34 (9): 1593-1600.
- Florentin, R.** 2000. Efecto de abonos verdes de invierno sobre infestación de malezas y la producción de soja y maíz en un sistema agrícola mecanizado del Paraguay. In: Memoria XVI Congreso venezolano de la Ciencia del Suelo. Maracaibo 24 al 27 de septiembre de 2001. (CD ROM).
- León L., M.** 1993. Efecto del sistema de labranza conservacionista con el uso de leguminosas en un Alfisol de la zona maicera de Yaracuy. Tesis de Maestría. Maracay, Venezuela. Universidad Central. Facultad de Agronomía. Postgrado en Ciencias del Suelo. 147 p.
- Malavolta, E.** 1986. Nutricio mineral e adubacao dos citro. EMBRAPA/UAPNPBS. Seropédica. (Bras) 5:2.
- Obi, M.E y P.C. Nnabude.** 1988. The effects of different management practices on the physical properties of a sandy loam in southern Nigeria. Soil and Tillage Research. 12: 81-90.
- Pla, I.** 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelo en condiciones tropicales. Rev. Fac. Agr. Alcance N° 32 Maracay. 91 p.
- Rivero, C.** 1993. Evaluación de la materia orgánica nativa e incorporada en suelos de interés Agrícola. Tesis Doctorado. Maracay, Venezuela. Universidad Central. Facultad de Agronomía. Postgrado en Ciencia del Suelo. 200 p.
- Russell,**1971. Soil structure. Its maintenance and improvement. J. Soil Sci 22 : pp137-151.
- Sánchez, S.** 1999. Efectos de los abonos orgánicos y la emulsión asfáltica sobre la conservación de suelos, aguas , nutrientes y el rendimiento del cebollín. Tesis Maestría. Maracay, Venezuela. Universidad Central. Postgrado en Ciencia del Suelo.79 p.

Vieira, M.y D. Fernández. 2000. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos son compatibles con la Agricultura. In: Memoria XVI Congreso venezolano de la Ciencia del Suelo. Maracaibo 24 al 27 de septiembre de 2001. (CD ROM).