



7. Ingeniería Mecánica y de la Producción

Efecto de diferentes niveles de compactación del suelo sobre el cultivo de la canola (*Brassicanapus L.*)

Amarilla Mercado, Diosnel; Ortiz Acosta, Orlando

Universidad Nacional Del Este

Facultad De Ingeniería Agronómica

Salto Del Guairá, Paraguay

lionelms@hotmail.com¹, orlantizpy@yahoo.com²

RESUMEN

La compactación es un proceso por el cual se comprime la masa de suelo como consecuencia de la aplicación de cargas o presiones, esto disminuye el volumen de poros, modifica la estructura porosa y aumenta la densidad aparente en el suelo, y además de eso limita el desarrollo de las raíces de la planta. Es por ello que se realizó este experimento para determinar el efecto de diferentes niveles de compactación del suelo sobre el cultivo de la canola (*Brassica napus L.*), fueron instalados en tubos PVC anillados a diferentes densidades, en el predio de la Facultad de Ingeniería Agronómica-Salto del Guaira Paraguay, el tipo de suelo es *Rhodic Paleudalf*. El diseño utilizado fue el completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones totalizando 20 unidades experimentales, los tratamientos fueron los siguientes: T1: 1g/cm³ de densidad, T2: 1,2g/cm³ de densidad, T3: 1,4g/cm³ de densidad, T4: 1,6g/cm³ de densidad, T5: 1,8g/cm³ de densidad. En el experimento se observó la influencia del suelo compactado en el cultivo de la canola, se obtuvo los siguientes resultados: Se pudo determinar que el primer tratamiento con menor densidad fue el que arrojó un resultado diferente al ser comparado con los demás tratamientos, tanto en la raíz como en la parte aérea según el análisis de varianza y en la comparación de media con el test de Tukey se ha presentado resultados similares en algunos de los tratamientos.

Palabras clave:

Brassicanapus, compactación, suelo.



INTRODUCCION

La canola (*Brassica napus*) es una planta oleaginosa originaria de Europa. En el siglo XVI se la conocía con el nombre de col y se pensaba que había sido originada del nabo silvestre, de ella se obtiene aceite que se utiliza en la fabricación de margarina, aceite de mesa y en la industria de alimentos preparados. La proteína del expeler es rica en aminoácidos y su contenido de minerales y de vitaminas es similar a la de la soja. Es un cultivo anual de invierno, comercialmente cultivado en el sur de Alto Paraná desde mediados de la década de los 90. Es una de las alternativas de cultivo de renta para grandes o medianas extensiones del periodo invernal en Paraguay.

Para la producción es necesaria cierta práctica agrícola adecuada como así también un suelo bien fértil y preparado que no sea muy compactado ya que el suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes. Es por ello que la compactación tiene serios impactos económicos y ecológicos en la agricultura mundial.

Trabajo realizado por Pozzolo et. al. (2008) la canola produciría durante su desarrollo un efecto de descompactación del suelo por efecto de sus raíces. La canola presenta una raíz pivotante muy fuerte cuya penetración puede superar los niveles de densificación de suelo que son críticos para la mayoría de los cultivos tradicionales con lo cual mejoraría las condiciones estructurales del suelo. Este efecto se pudo visualizar al comparar cultivos de soja con antecesor a la canola o soja, observándose un mayor desarrollo

En un ensayo realizado por García, et al (2010) sobre el efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar, presentaron incremento en la densidad aparente de 1,3 a 1,4 g·cm⁻³ y disminuyó la porosidad de 51,9 a 48,2%. Once meses después el tratamiento compactado no cultivado (CNC) redujo la densidad aparente en



5,7%, la resistencia en 31,4% y aumentó la porosidad total en 2,3%, atribuible a la capacidad resiliente del suelo. El tratamiento compactado-cultivado (CC) disminuyó la densidad aparente en 7,9%.

En un trabajo realizado por Giardinieri, *et al.* (2004) sobre la compactación del suelo en maíz y soja utilizaron tubos PVC DE 7cm de diámetro interno, con tres anillos superpuestos, el superior de 9,7cm de altura en el que se coloca suelo aproximadamente 8cm, un anillo medio de 3,5cm y un anillo inferior de 5cm. con tres tratamientos, densidad 1,30 Mg.m⁻³, 1,50 Mg.m⁻³ y 1,70, Mg.m⁻³ con cinco (5) repeticiones. Evaluándose el peso de raíces en una planta en los 3 anillos, cuando las mismas llegaban a la base del anillo inferior.

Simoneti, *et al.* (2003) realizaron experimento sobre el desarrollo del maíz en diferentes niveles de compactación del suelo utilizando tubo PVC con 4 densidades de suelo en vaso montado con anillo del PVC superpuesto, con diámetro interno de 14,5cm y altura de 35 cm. Los niveles de compactación utilizados en superficie fueron caracterizados por la densidad del suelo de 1,28, 1,42, 1,56 e 1,69 Mg m⁻³. La variedad del maíz era el híbrido AG-5011. A los 40 días después de la emergencia de la planta se determinó la materia seca de la parte aérea y de la raíz, también determinaron la longitud y el diámetro medio de la raíz.

La canola se adapta a todo tipo de suelo por presentar raíces pivotantes, con capacidad de traspasar las capas duras, es por este motivo que el trabajo se enfocó sobre este cultivo para evaluar si presenta o no resultados que pueda favorecer a la agricultura mundial con la posible descompactación del suelo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de diferentes niveles de compactación de suelo sobre el cultivo de la canola (*Brassica napus L.*).

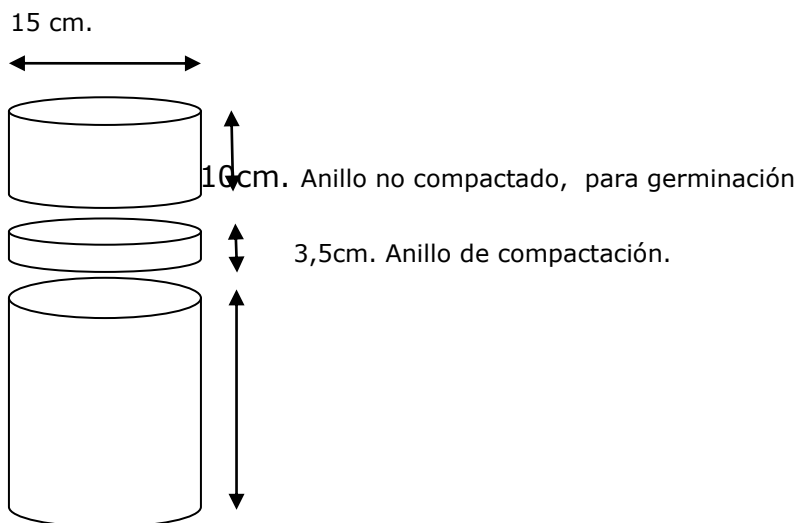
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el crecimiento de las raíces en longitud radicular, diámetro radicular y peso radicular en cada nivel de compactación del suelo a los 60 días después de la siembra.
- Determinar la altura de la planta y peso de la materia verde.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el predio de la Facultad de Ingeniería Agronómica Filial Salto del Guairá departamento Canindeyú, cuyas coordenadas en UTM: 7334684 Norte y 773860 Este. El suelo de la región pertenece al orden Alfisol, subgrupo *Rhodic* y gran grupo *Paleudalf*, según clasificación de (Gonzales, López y Molinas 1995). Cuyo material de origen es la arenisca y cuenta con un relieve que va de 3 a 8% con buen drenaje y nula pedregosidad y/o rocosidad. El clima es subtropical húmedo, con precipitaciones medias anuales de 1865 mm., la temperatura media anual es de 21.5 °C. y la humedad relativa varía entre 74 a 82 % de promedio anual, vientos predominantes del norte ligeramente inclinado hacia el Noroeste y altura de 235 m/nivel del mar (Acha 1999).

El trabajo de campo se inició con el muestreo y análisis del suelo para determinar contenido de los nutrientes. Tamizado de suelo: se realizó tamizado de suelo con una malla fina, y se colocó en tubos de PVC de 15cm de diámetro y 30 cm de altura sin compactar.





. 30cm. Anillo no compactado, sirve solo de base.

Figura N° 1. Diseño del tubo cilindro utilizado. Salto del Guaira, 2013.

Las diferentes densidades de suelo se colocaron en un anillo de 3,5 cm de altura y ubicado sobre el tubo de 30 cm, seguidamente se colocó otro anillo de 10 cm con suelo sin compactar para la germinación de la semilla. Los anillos se unieron con cinta adhesiva

Para la compactación se utilizó diferentes cantidades de suelo y agua en relación de la densidad.

Cuadro 1: Diferentes densidades de suelo. Salto del Guaira. 2013.

TRATAMIENTOS	DENSIDADES
T1	1,0g/cm ³
T2	1,2g/cm ³
T3	1,4g/cm ³
T4	1,6g/cm ³
T5	1,8g/cm ³

Todas las unidades experimentales se rego con la misma cantidad de agua 50ml cada semana para unificar la absorción en todos los tratamientos.

Cuadro 2: Valores de la densidad, cantidad de suelo y agua; Salto del Guairá. 2013.

Densidad (gr/cm ³)	cantidad de suelo (gr)	Cantidad de agua (ml)
1.0	602	30
1.2	722	43



1.4	843	58
1.6	963	76
1.8	1084	97

Fuente: Valores usados por Simoneti *et al.* 2003.

El diseño utilizado fue completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Para el análisis se utilizó el ANAVA y para la comparación de media estadística el test de Tukey al 5%.

La variedad de la canola utilizada es la Hyola, es una variedad de ciclo medio, posee alto rendimiento y buena tolerancia a las principales enfermedades que atacan a este cultivo. Posee alto porcentaje de aceite y proteína de buenísima calidad (Paniagua, 2013). La siembra se realizó a fines de mayo en forma manual, 2 plantas en cada tratamiento.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Longitud radicular: Se realizó a los 60 días después de la siembra, con una regla.

Diámetro radicular: Se realizó corte trasversal de la raíz y se midió el diámetro del mismo con una regla.

Peso de la raíz: Se cortaron las raíces, se eliminaron restos de tierra y se pesó con balanza de precisión.

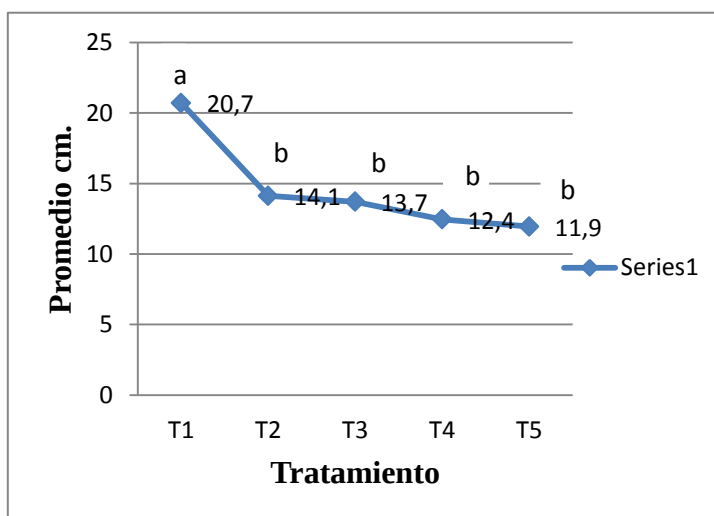
Altura de la planta: Para determinar la altura de la planta se midió desde la base hasta el ápice con regla.

Peso de la materia verde: Se pesaron (tallo, hojas) con balanza digital de precisión.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

El presente trabajo de investigación, arrojo los siguientes resultados:

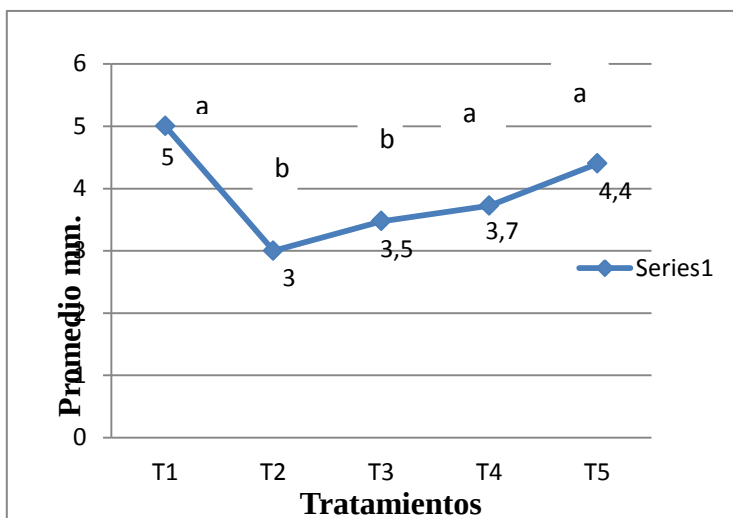
Longitud radicular: Según el análisis de varianza (ANAVA) hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El (T1) es diferente que los demás tratamientos, ha presentado mayor longitud radicular pero a partir del T2 al T5 son estadísticamente iguales entre sí según análisis del test de Tukey que se puede observar en el grafico N°1, esto implica que los resultados son casi iguales desde el T2 al T5. Por lo tanto en T1 suelo menos compactado la longitud radicular de la canola ha presentado mejor desarrollo, mientras que en lo otro tratamiento el sistema radicular han tenidos problema de romper la camada muy compactada como la de densidad de 1.8 g/cm^3 que es difícil traspasar y por ente influye también en el tallo con el crecimiento normal dejando torcida, el incremento de la densidad afecta a la planta y lo han demostrados varias investigaciones, por lo que es importante el control de este problema que enfrenta hoy en día la agricultura mundial. Considerando que la longitud de la raíz es sumamente importante para la buena absorción de los nutrientes del suelo, el bloqueo o no poder traspasarlo repercuten en el desarrollo de la planta. Esto coincide con los datos obtenidos por Simoneti *et. al.* (2.003) en otra investigaciones similares a esto pero el con cultivo de maíz donde constataron que el sistema radicular del maíz no es capaz de romper la camada compactada del suelo con resistencia mecánica de 1.4 g/cm^3 . Por lo tanto, el estado del suelo puede ser modificado por el sistema de labranza, el aporte diferencial de la cantidad y calidad de rastrojos de los cultivos (FAO, 2000).



CV: 8.63%

Grafico N° 1. Media de longitud radicular por tratamiento en el cultivo de la canola (*Brassica napus*). Salto del Guaira. 2013.

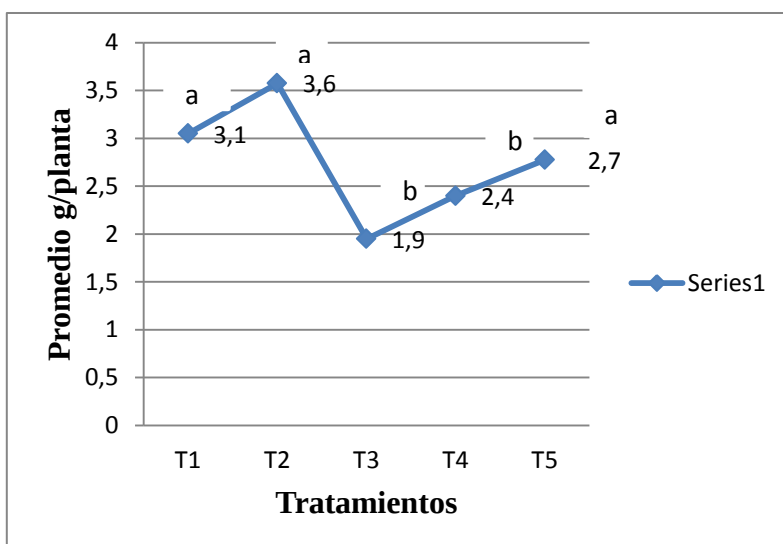
En el diámetro radicular: Según el análisis de la varianza hubo diferencia significativa entre los tratamientos. El T1 (5mm diámetro) con $1\text{g}/\text{cm}^3$ densidad obtuvo el promedio superior comparando con los demás tratamientos, el T4 y T5 también presentaron mayor grosor de la raíz casi igual que el T1, pero son diferentes que el T2 y T3. El de menor densidad T1es debido a la poca compactación que presenta el terreno desarrollándose casi libremente sin impedimento, mientras que los tratamientos con mayor densidad el T4 y T5 no pudieron traspasar el anillo de 3.5cm compactado no han crecidos en longitud pero si presenta mejor crecimiento en diámetro esto es debido al achatamiento de las raíces por el impedimento que le causa el anillo y han podidos crecer en grosor presentando un diámetro superior. Pero de toda manera este resultado lo demuestra que el tratamiento menos compactado es la que tuvo mejor crecimiento en diámetro radicular por desarrollarse más libremente, aun con los resultados similares que obtuvieron el T4 y T5. Trabajo hecho por Álvarez *et al* (2006) sobre cultivo de maíz determinaron también el efecto de la descompactación en el suelo produjo un aumento sobre el desarrollo de las raíces, y en el rendimiento del cultivo de maíz. Amezcuita y Chavez (1999) presentaron trabajo sobre los suelos que tienen mayor tendencia a compactarse presentan generalmente texturas medidas a gruesas. En este experimento también se ha hecho con ese tipo de suelo con textura media por eso ha presentado valores significativas entre tratamientos sobre el diámetro radicular de la canola (*Brassica napus*) (Gráfico N° 2).



CV: 16.55%

Gráfico N° 2. Media ordenada de promedio en diámetro radicular de la canola (*Brassica napus*). Salto del Guaira, 2013.

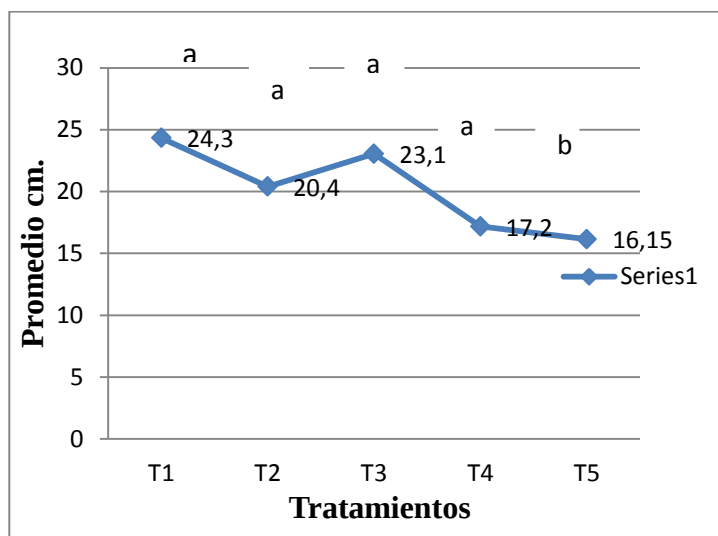
Con el peso radicular: Según el resultado del análisis de la varianza esta variable ha presentado diferencias significativas entre los tratamientos donde el T1, T2 y T5 han presentados resultados similares estadísticamente pero diferentes del T3 y T4 que han presentados resultados más bajos, esto lo demuestra el Gráfico N° 3. El T2 presentó mejor resultado, la razón por la que se estima es por qué ha presentado valores más alta por las variaciones climáticas que se han tenidos entre los meses de junio y julio, ha habido muchas precipitaciones por lo que el T1 con terreno más poroso y aireado no ha presentado mucha firmeza por ser el tratamiento menos compactado y de menor equilibrio, y que tal vez absorbió menos nutrientes eso lo impidió a que las raíces tengan mayores pesos.



CV: 19,9

Gráfico N° 3 Peso de la raíz de canola (*Brassicanapus*). Salto del Guaira. 2013.

Para la altura de la planta: El resultado del experimento según el análisis de la varianza (ANAVA) hubo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el T1 (24.325cm) 1 g/cm³ obtuvo el promedio superior pero con resultado estadísticamente similares con el T2, T3 y T4 esto se puede ver en el (gráfico N° 4) casi el mismo promedio de crecimiento con pocas diferencias en densidades entre sí, el T5 1.8g/cm³ ha presentado menor altura y estadísticamente diferente que los demás tratamientos debido al impedimento de crecimiento en el anillo de compactación con mayor densidad. Estos resultados observados han demostrados que la densidad es un factor determinante en el crecimiento de la canola, aunque Pozzoloet al (2008), habían mencionados que la canola produciría durante su desarrollo un efecto de descompactación del suelo por efecto de sus raíces. Que tal vez se demostraría el efecto de la des compactación haciendo trabajo similar pero con otro tipos de suelo.

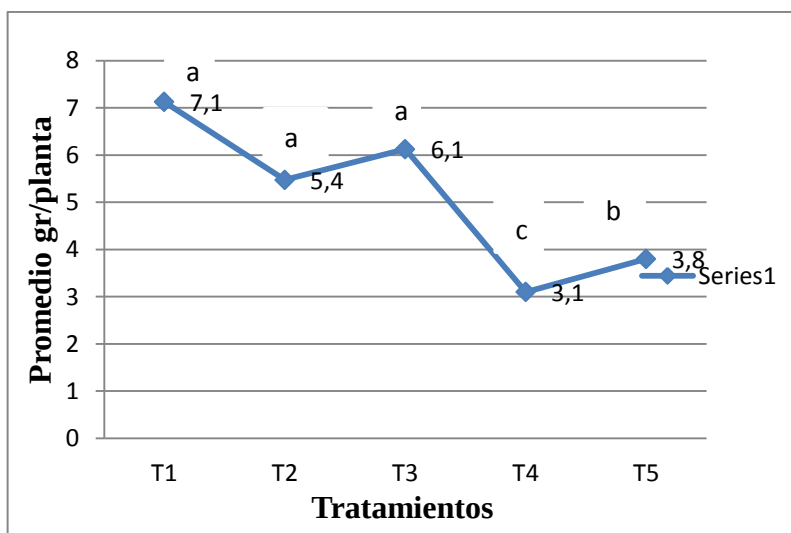


CV: 16,27%



Gráfico N° 4. Altura de la canola (*Brassicanapus*). Salto del Guairá. 2013.

El peso de la materia verde: Presenta resultado significativo entre tratamientos de acuerdo al análisis de la varianza (ANOVA). El T1 (7.1gr) 1g/cm³ obtuvo promedio superior que los demás tratamientos pero estadísticamente iguales con el T2 y T3 según el test de Tukey, mientras que el T4 y T5 presentaron diferencias que los demás tratamientos arrojaron menos rendimiento en materia verde según (Gráfico N° 5). El T4 tuvo el promedio más bajo, diferente que el T5 que también es diferente que los tratamientos T1, T2 y T3 con mejores rendimientos. Esto coincide con el trabajo de Alfonso et al (2000) que los rendimientos de frijol y maíz disminuyeron presentando una relación estrecha con la compactación del suelo. La materia verde en la canola es muy importante porque se puede utilizar como ensilado para ganados, también como abono verde incorporando masa de rastrojo al suelo por eso es importante determinar la cantidad de materia verde presentando resultado sobre el rendimiento de la materia verde del cultivo de la canola. Pozzolo et al. (2008) también menciona que es muy importante la masa verde.



CV: 15,02%



Gráfico N° 5 Peso de la materia verde de canola (*Brassicanapus*). Salto del Guaira. 2013.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento se concluye que:

Las raíces de la canola en longitud han presentados diferencias significativas según la prueba de ANAVA, el (T1) tratamiento con menor densidad tuvo mayor porcentaje en crecimiento, por lo tanto se puede concluir que la compactación afecta el desarrollo de la raíz. En cuando a diámetro radicular también el T1 ($1\text{g}/\text{cm}^3$) con menor densidad ha presentado mejor comportamiento. En el peso de la raíz también el T2 ($1.2\text{g}/\text{cm}^3$) tuvo mejor comportamiento en crecimiento. En la medición de la altura de la planta y peso de la materia verde el T1 ($1\text{g}/\text{cm}^3$) fue el que arrojó mejor resultado que los demás tratamiento. En conclusión el tratamiento T1 ($1\text{g}/\text{cm}^3$) obtuvo mejor comportamiento en todas las variables mencionadas.

BIBLIOGRAFÍA

Acha, J.1999. Itaipú Binacional. Erosión Costera en el Embalse de Itaipú. Ciudad del Este. Paraguay. Editora Menno – Tec S.R.L. 28 pág.

Alfonso, C.A.; Monedero, M.; Hernández, S.; Somoza, S.; Sánchez, L.2000. Efecto de la compactación del suelo en la producción de frijol. Agronomía mesoamericana 11(1): 53-57. Cuba. 53 pág. Disponible en formato pdf.

Álvarez, C. R.; Taboada, M.A.; Bustingorri, C.; Gutiérrez, B. & Hernán, F. 2006. Descompactación de suelos en siembra directa: efectos sobre las



propiedades físicas y el cultivo de maíz. Buenos Aires, Argentina. 10
Pág. Disponible formato pdf.

Amezquita, E; y Chávez, L.F. 1999. La compactación del suelo y su efecto en la productividad de los suelo. Costa Rica. Pág. 25. Disponible formato en pdf.

FAO. 2000. Conservación de los recursos naturales. Para una agricultura sostenible. Fertilidad del suelo. Pág. 19. Disponible en formato pdf.

García, I.; Sánchez, M.; Vidal M.; Betancourt, Y. y Llano, J. 2010. Efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 19, No. 2, Cuba. Pág. 51-56.

Giardinieri, N.; Gutiérrez, N.; Venialgo, C. 2004. Influencia de la compactación sobre el crecimiento radical en maíz y soja. Cátedra de Conservación y Manejo de Suelos. F.C.A. UNNE. Sargento Cabral 2131, - 3400-Corrientes. Argentina. Resumen: A-073, pág. 3. Disponible en formato pdf.

Gonzales, E.; López G., O.; Molinas, A. S. 1995. Mapa de reconocimiento de suelo de la región oriental. Paraguay. Cartografía e impresión Williams & Heintz Map Corporación. Esc. 1:100000. Color.

Ortegón – Morales; González, J –Quintero; Díaz-Franco, A; Castillo-Torres, N. 2009. Componentes de rendimiento de canola (*Brassicanapus* L.) En Siembra a baja densidad de población Canola (*Brassicanapus* L.) yield components in low density crops. Tamaulipas México. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Nota científica. 6 pág. Disponible en pdf.



**XXII JORNADAS JÓVENES
INVESTIGADORES**
VALPARAÍSO / CHILE 2014

Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

Universidad de
Playa Ancha

SEPTIEMBRE 29, 30 Y 1 DE OCTUBRE

Paniagua, C. 2013. Cultivo de la Canola. Revista el Productor. Edelira 24-Itapúa, Paraguay (Año 14 N° 4 Junio 2013/Agricultura). Recuperado de: http://www.revistaelproductor.net/index.php?option=com_content&view=article&id=278:el-cultivo-de-la-canola&catid=78:agricultura

Pozzolo, O.; Ferrari, H. Y Curró, C. 2008. Colza-canola, una alternativa para la región AER INTA Concepción del Uruguay, Argentina. Pág. 3. Disponible en formato pdf.

Simoneti, J.S.; Calonego, J.C.; De lima, S. 2003. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 8, p. 947-953.