



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Modalidad Pasantía

TÍTULO:

“Variables edáficas en un Argiudol con diferentes manejos”

Alumno

FIANT, Joaquin

Director

Ing. Agr. (Dr.) DALURZO, Humberto Carlos

Tribunal evaluador

Ing. Agr. COSSOLI, Marcela Rosa

Ing. Agr. (Dr.) KURTZ, Ditmar Bernardo

Ing. Agr. REY MONTOYA, Tania Soledad

Año: 2018

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
INTRODUCCIÓN	4
ACTIVIDADES DESARROLLADAS	7
OBJETIVOS	9
General	9
Específicos	9
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DESARROLLADAS	10
Tareas realizadas a campo	10
Tareas realizadas en el laboratorio	12
COMENTARIOS	14
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
OPINIÓN DEL ASESOR	25

Agradecimientos

- A mis padres, quienes mediante su apoyo incondicional hicieron posible que yo pueda formarme profesionalmente.
- A las políticas nacionales de educación, las cuales me permitieron acceder a estudios superiores de calidad en forma gratuita.
- A mi director Ing. Agr. (Dr.) Humberto Carlos Dalurzo, por su buena predisposición y enseñanza durante la realización del TFG.
- A cada uno de mis compañeros con los cuales me tocó compartir esta fructífera etapa universitaria, especialmente a los que me ayudaron en algunas tareas de campo del presente trabajo.
- A mi tribunal evaluador, por sus aportes en las correcciones realizadas.

Introducción

Tradicionalmente la agricultura se ha realizado con sistema de labranza convencional (LC), con uso de arados de rejadas y vertederas, o de discos y rastras, generando inversión del pan de tierra; dejando los suelos desprovistos de rastrojos en superficie. Además, el mal uso de estos implementos, al labrar con contenidos de humedad inadecuados y a la misma profundidad genera compactación del suelo. Este hecho, sumado a la gran cantidad de años de agricultura, contribuyó a que muchos suelos hayan sufrido procesos de degradación muy marcados (Venialgo et al., 2005). Se considera que los procesos de degradación física del suelo afectan desfavorablemente las condiciones del mismo, disminuyendo la producción agrícola o provocando mayores demandas de insumos para mantener su productividad (Venialgo et al., 1999).

El laboreo excesivo y la falta de rotación provocan la degradación física de los suelos, especialmente cuando existen limitaciones para la producción o situaciones con una extensa historia agrícola. Los suelos con agricultura de Corrientes están frecuentemente expuestos a prácticas agresivas que han ocasionado su degradación, como labranzas superficiales, barbechos cortos y baja reposición de nutrientes (Ligier & Kurtz, 2001). Tanto las secuencias de cultivos como el tipo e intensidad de las labranzas modifican directa e indirectamente las propiedades físicas del suelo (Katsvairo et al., 2002), perturbando la captación y aprovechamiento del agua.

Al laborear un suelo con aradas profundas o a diferentes profundidades y en condiciones de baja humedad es más difícil compactarlo y al dejar el suelo descubierto expuesto al impacto de las gotas de lluvia se predispone a la erosión hídrica o eólica por la falta de protección superficial (Venialgo et al., 1999)

La labranza reducida (LR) incluye, operaciones que usan menor número de pasadas de diferentes implementos, como ser: rastras de discos livianas, rastras de dientes, rastras rotativas y escardillos; quedando gran parte del rastrojo en superficie, lo que contribuye a proteger la capa superficial del suelo evitando la formación de costras y erosión. En la siembra directa (SD), en cambio, se remueve mínimamente el suelo (en la línea de siembra), utilizándose solo una sembradora específica, para conservar el rastrojo en superficie y proteger el suelo, disminuyendo las posibilidades que se genere erosión hídrica y/o eólica. Al tener cobertura de rastrojos se evita la perdida de agua y facilita la infiltración. Cuando dicho sistema se implementa en un suelo compactado, no genera los efectos esperados. Para un buen funcionamiento del sistema, debe haber un retorno continuo de materia orgánica o un cultivo protector. La SD es un sistema de labranza que busca conservar la materia orgánica del suelo en superficie y colaborar en la formación de una buena estructuración (Primavesi, 1984).

La LC deja el suelo desnudo por la inversión completa del pan de tierra, en cambio bajo la LR se genera una menor remoción del suelo dejando mayor cantidad de rastrojo en superficie. Mientras que en SD existe una pequeña remoción para colocar la semilla, por lo cual el suelo debería quedar cubierto totalmente por el rastrojo del cultivo anterior (Mulin & Álvarez, 2004).

El principio de la rotación está conforme a la manera en que el cultivo actúa sobre los factores del suelo y el cultivo siguiente, efecto sobre la estructura, exigencia de nutrientes, efectos de sus excreciones radiculares, agotamiento del agua, enfermedades y plagas desarrolladas por el cultivo, el valor económico del mismo que forma parte de una rotación (Primavesi, 1984).

Las labranzas y las rotaciones de cultivos ejercen una marcada influencia sobre el funcionamiento del suelo y el comportamiento de los cultivos (Domínguez et al., 2005), modificando la estabilidad de los agregados (EA), la densidad aparente (Da), la distribución del tamaño de los poros y la dinámica del agua.

Se entiende por estabilidad de agregados del suelo a la capacidad de los agregados para resistir a la destrucción por el choque de los implementos de labranza, de las gotas del agua de lluvia o del agua de escorrentía, de modo que la penetración del agua, la aeración y la penetración de las raíces se mantengan a niveles favorables. La EA también implica la retención del agua y la trabajabilidad del suelo, que en gran medida depende la textura del suelo (Baver, 1973).

La estabilidad de la estructura determina la distribución del tamaño de poros y por ello los procesos de transferencia (Porta et al., 2003). Los suelos bien estructurados ofrecen óptimas condiciones para la penetración y el crecimiento de las raíces, presentan buena infiltración y capacidad de retención de agua. Por el contrario, al perder la EA, los suelos comienzan a manifestar deficiencia hídrica, problemas de anclaje de raíces e implantación de los cultivos (Ingaramo, 2003). Las labranzas aceleran la descomposición de la materia orgánica y destruyen los agregados estables (Dexter, 1991). La EA puede ser uno de los indicadores que permite evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas (Pilatti et al., 1998). Dicha estabilidad está sujeta a cambios por efecto de la alternancia de procesos de humedecimiento-secado, siendo la capa superficial la más afectada (Silenzi et al., 1987). La EA es una propiedad importante dado que ayuda a mantener una alta infiltración de agua al resistir la destrucción de los agregados y la formación de sellos superficiales, favoreciendo la aireación y la retención de agua para las plantas, (Kladivko, 1994; Unger, 1997). La EA en la región pampeana resultó un buen parámetro para distinguir suelos bajo SD con rotaciones con mayor uso de cultivos de soja y otros con equilibrio entre gramíneas y leguminosas (Castiglioni et al., 2013). También resultó adecuada para discriminar condiciones de uso y manejo en tres Órdenes de suelos (Pelludert Árgico, Ocracualf Vértico y un Argiudol Ácuico), reflejando tendencias al deterioro y a la recuperación (Gabioud, et al., 2011).

Roldán et al (2014) evaluando la EA en el Sudeste Bonaerense bajo dos sistemas de labranza, hallaron incrementos en superficie con SD respecto a la LC. En cambio, en la pampa semiárida, con SD, desmejoró la condición física del suelo con incrementos de la Da y de la resistencia mecánica a la penetración (RMP), disminuciones de la porosidad total y del volumen de macroporos (Schmidt & Amiotti, 2015).

La densidad aparente, describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso (Keller & Håkansson, 2010). Es una forma de evaluar la resistencia del suelo al crecimiento de las raíces. También se usa para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen, cálculos muy utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos extensivos. La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica, también puede variar por efecto de labranzas, tránsito de maquinarias y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas expandentes (Taboada & Alvarez, 2008). Desde el punto de vista del manejo del suelo tiene interés, ya que informa sobre la compactación de cada horizonte, además permite inferir las dificultades para la emergencia, el enraizamiento, la circulación del agua y del aire. La Da resulta indispensable para referir el volumen del suelo y está directamente relacionada con la estructura, por ello depende de los mismos factores de control (Porta et al., 2003).

La humedad equivalente es la cantidad de agua retenida por un suelo de un cm de profundidad cuando se le somete a una fuerza centrífuga igual a 1000 veces la gravedad, succión equivalente

aproximadamente a 0,98 bares (Gavande, 1972). La misma expresa el agua que se aproxima a capacidad de campo, que es el contenido hídrico máximo que puede retener el suelo cuando la mayoría de la macroporosidad está ocupada por aire. También se la estima a partir del contenido de agua que retiene una muestra de suelo en equilibrio con una presión de 33 kPa, en un equipo de presión. Esta información se emplea para el cálculo de la clasificación biológica del agua del suelo. Se considera como agua disponible para las plantas la comprendida entre “capacidad de campo” y el “punto de marchitamiento permanente” (Porta et al., 2003).

La infiltración designa el proceso de entrada, generalmente vertical, de agua a través de la superficie del suelo, lo que constituye la primera etapa en el movimiento del agua en el suelo. La misma tiene interés en proyectos de regadíos, transformaciones en cultivos de secano a regadío, selección de equipos de riego, manejo del agua de riego, determinación de la pluviometría del riego por aspersión, también tiene interés en estudios medioambientales como degradación de suelo por erosión hídrica, determinación del caudal de aguas residuales que es capaz de infiltrar un suelo, mejora de suelos afectados por salinidad y estudio del ciclo hidrológico. (Porta et al., 2003).

Los distintos manejos de suelos alteran la velocidad de infiltración de agua y con ello la captación de agua en el perfil, característica física de gran interés agrícola. Cuando las labranzas modifican la distribución del tamaño de los poros en la capa arable, aumenta la infiltración y se produce un incremento en la capacidad del suelo para retener agua a bajas succiones. Sin embargo, cuando el laboreo es excesivo, los cambios en la geometría del espacio poroso al compactarse el suelo disminuyen la infiltración y la capacidad de retención de agua por debajo de esta capa (Pla Sentis, 1993).

La velocidad de infiltración depende de muchos factores, como ser el espesor de la lámina de agua empleado para el riego, la temperatura del agua y del suelo, la estructura, la textura, estratificación, contenido de humedad, agregación, la compactación, y actividades microbianas (Gavande et al., 1979).

Rey Montoya et al., (2017) hallaron, en un suelo de la serie Treviño, que la infiltración básica (Ib) y la EA presentaron los mayores valores en SD. Las prácticas que favorecieron la EA colaboraron a una mayor Ib e implicaría una menor escorrentía y erosión hídrica presentando la SD las variaciones más favorables para mantener la calidad del suelo.

El correcto manejo del agua del suelo en agricultura y en la gestión del medio ambiente, requiere conocer su comportamiento (Porta et al., 2003). El estudio de los cambios que la agricultura ocasiona en las propiedades físicas y químicas de los suelos han sido evaluadas tradicionalmente con un objetivo productivo. Actualmente hay un interés por la caracterización y cuantificación de estos cambios desde el punto de vista ambiental, con un creciente enfoque en sus consecuencias en la calidad del suelo, el agua y la atmósfera que operan frente a la expansión de diferentes cultivos; sobre todo de los sistemas de cultivos bajo SD y rotaciones, ya que en una agricultura moderna es fundamental mejorar la calidad de diagnóstico del funcionamiento físico del suelo con la finalidad de elaborar mejores estrategias de manejo. Al mismo tiempo, se necesitan indicadores confiables y prácticos para el estudio de la evolución de los suelos en general, y de la dinámica del agua edáfica en particular (Gil, 2002).

Actividades desarrolladas

Las actividades a campo fueron realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA-INTA) (latitud 27º 39' S; longitud 58º 46' W), ubicada en el Departamento de Empedrado, Provincia de Corrientes; y las tareas de laboratorio en la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Nordeste.

Caracterización del sitio:

A fin de brindar información se caracteriza el sitio donde se encuentra establecido el ensayo que fue utilizado para realizar la práctica profesional.

Caracterización climática: El clima de la provincia es subtropical sin estación seca, con una temperatura media anual de 21°C, con abundantes precipitaciones, entre 1400 mm y 1900 mm anuales, con escasas variaciones diarias y estacionales. El mes de enero presenta los días más cálidos del año, con temperaturas medias que alcanzan en los últimos tres años los 34°C. Los inviernos presentan 12°C en promedio (Ligier et al., 2016).

Caracterización edáfica: El suelo representativo del área del ensayo pertenece a la Serie Treviño clasificado como un Argiudol Ácuico (Ligier et al., 2016). Dicha serie se sitúa en albardones del río Paraná de la Provincia de Corrientes con pendientes de 1 a 3%, en posición de loma a media loma alta, con drenaje moderado. Presentan un horizonte superficial (Ap-A2), de 33cm, pardo oscuro con características mólicas, de estructura granular y bloques subangulares. A partir de esa profundidad con un límite claro se define un horizonte Bt fuertemente estructurado con rasgos de óxido reducción escasos. Los cutanes de arcilla y los slikensides son escasos y distribuidos en todo el horizonte B. Los carbonatos de calcio se hallan particularmente en el horizonte Btkss formando bolsones. Son suelos medianamente fértiles, sus limitaciones corresponden al riesgo de erosión hídrica y ciertos encharcamientos estacionales, pero de corta duración. A pesar de que son suelos moderadamente bien drenados, durante los meses de escasas precipitaciones y con elevadas temperaturas del verano pueden manifestar síntomas de deficiencia hídrica. Poseen aptitud agrícola para la mayoría de los cultivos de secano (Ligier et al., 2016). Los datos modales del perfil se muestran en el Tabla 1.

Tabla 1. Datos analíticos del perfil de suelo bajo estudio.

HORIZONTE	Ap	A2	Btss1	Btss2	Btkss	BC
PROFUNDIDAD (cm)	0 - 18	18 - 33	33 - 56	56 - 73	73 - 93	93 - 112
MO (%)	1,38	0,97	0,78	0,61	0,30	0,19
ARCILLA (<0,002 mm)	19,40	22,40	47,50	48,10	42,30	39,70
LIMO (0,002-0,05 mm)	18,30	19,80	15,60	15,40	18,30	17,50
ARENA MUY FINA (0,05-0,10 mm)	2,48	1,60	2,46	1,42	1,50	3,68
ARENA FINA (0,10-0,25 mm) (%)	12,66	6,62	6,40	2,24	11,38	14,72
ARENA MEDIA (0,25-0,50 mm)	43,70	45,54	24,78	30,20	22,76	22,86
ARENA GRUESA (0,50-1,00 mm)	3,38	3,78	3,12	2,42	3,34	1,24
ARENA MUY GRUESA (1,00-2,00 mm)	0,16	0,26	0,14	0,22	0,42	0,30
pH	6,00	6,26	6,88	7,84	8,07	7,91
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	3,00	6,50	9,20	11,40	9,20	7,20
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	1,00	1,10	4,80	2,80	3,40	3,40
K (cmol _c kg ⁻¹)	0,08	0,18	0,13	0,17	0,21	0,16
Na (cmol _c kg ⁻¹)	0,22	0,34	0,42	0,48	0,53	0,50
H* (cmol _c kg ⁻¹)	3,36	3,20	4,80	-	-	-
T** (cmol _c kg ⁻¹)	7,66	11,32	19,35	14,85	13,34	11,26
S/T (%) ***	56,13	71,73	75,19	100	100	100
PSI (%) ****	2,87	3,00	2,18	3,23	4,00	4,44

Referencias: * H=acidez intercambiable. ** T=capacidad de intercambio catiónico, suma de S y H. *** S/T=porcentaje de saturación de bases, cociente entre bases intercambiables y capacidad de intercambio catiónico x 100. S=bases intercambiables, suma del calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables. **** PSI=porcentaje de sodio intercambiable, cociente entre el sodio intercambiable y la capacidad de intercambio catiónico x 100.

Objetivos

General:

Realizar una práctica profesional en determinaciones de algunas propiedades físicas de suelos, en campaña y en el laboratorio, empleadas habitualmente para detectar efectos resultantes de diferentes prácticas de manejo en un Argiudol de Corrientes.

Específicos:

Determinar infiltración del agua en el suelo y densidad aparente, a fin de lograr resultados contrastantes y adquirir experiencia práctica en dichos análisis. Asimismo, analizar en el laboratorio materia orgánica total (MOT), estabilidad de agregados en agua y humedad equivalente.

Descripción de las tareas desarrolladas

A los efectos de informar e interpretar mejor los resultados hallados durante la práctica profesional, se comentará brevemente como fue el diseño del ensayo (implantado desde el 2007 en la EEA INTA Corrientes) utilizado para realizar la presente pasantía.

El mismo posee un diseño en parcelas completamente aleatorizadas en arreglo factorial (3x4). Se analizaron 12 tratamientos con cuatro repeticiones, totalizando 48 parcelas de 3,5 x 40 metros, con un área de 140 m² cada una. Los factores analizados fueron: a) Sistemas de labranzas con tres niveles: labranza convencional (LC), labranza reducida (LR) y siembra directa (SD); y b) Secuencias de cultivos, con cuatro niveles, combinando rotaciones anuales: maíz-descanso (R1); maíz-avena (R2), maíz-caupí-avena (R3) y la cuarta rotación fue únicamente pasto cambá (R4).

Para el actual trabajo se utilizó 24 de las 48 parcelas, totalizando de esta manera dos repeticiones por cada uno de los 12 tratamientos que se evaluó en el mencionado ensayo. En cada parcela se tomaron dos muestras.

TAREAS REALIZADAS A CAMPO

Toma de muestras: Se realizó al final de la interrupción del ciclo de la avena negra (cultivo de cobertura invernal) del décimo año de producción, en septiembre del año 2017. Las mismas fueron del tipo compuestas (conformadas por tres submuestras), y se tomaron en dos profundidades: 0-7 cm y 7-20 cm. De cada parcela se obtuvieron dos repeticiones, las cuales fueron tomadas a 10 metros de distancia, medida desde la cabecera para la primera repetición, y desde el fondo de la parcela para la segunda repetición.

Densidad aparente: se empleó el método del cilindro (Pla, 1983). Se usaron cilindros metálicos de 96,2 cm⁻³, conectados a dos piezas removibles en cada extremo, que luego se desecharon, para asegurar la integridad de la parte central. Dicha pieza se utilizó para extracción de muestras de suelo inalteradas. En campaña se alisaron los bordes superiores e inferiores de los cilindros para llevarlos al laboratorio determinándose posteriormente su peso seco a 105º C. Se tomaron muestras por duplicado y a dos profundidades (0-7 cm y 7-20 cm) por cada parcela. Ver figuras 1 y 2.



Figura 1: Dispositivo usado como guía para introducir el cilindro principal en forma perpendicular.



Figura 2: Introducción del cilindro principal con la ayuda de un émbolo y un mazo.

Infiltración: La misma se determinó por el método de los anillos concéntricos, midiendo el ingreso de la lámina de agua a través de la superficie del suelo en el anillo interno. Inicialmente las lecturas se realizaron cada minuto hasta los cinco minutos; luego a intervalos de 5 minutos, hasta alcanzar los 30 minutos, y finalmente cada 10 minutos hasta que el ingreso se hizo constante. Al registrarse más de dos lecturas consecutivas iguales, correspondió a la infiltración mínima del agua en el suelo o infiltración básica, aplicando

luego en gabinete el modelo matemático de Kostiakov (Pla, 1983). En cada parcela se efectuaron 2 mediciones.

TAREAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO

Las muestras fueron extendidas para su secado a temperatura ambiente, y posteriormente tamizadas con mallas de 2 y 3,36 mm para separar la fracción de agregados comprendida entre ambos, los cuales fueron utilizados para determinar EA. El resto del suelo fue molido y luego tamizado, por un tamiz cuya malla fue de 2 mm, para realizar el resto de las determinaciones.

Determinación de materia orgánica total (MOT): Para su análisis se utilizó el método de Walkley & Black modificado (Nelson & Sommers, 1996). El mismo tiene la ventaja que casi no ataca al C elemental que puede haber presente, oxida la M.O. en un 70%. Con este método se obtiene el carbono orgánico, y luego se multiplica por un factor empírico que presupone que el carbono representa del orden de un 50 % en suelos forestales y de un 58% en suelos de cultivo, ya que su MOT está más estabilizada (Duchaufour, 2001). Asumiendo para esta determinación un 58% de carbono orgánico en la MO.

Se introdujo en un matraz Erlenmeyer de 125 ml la muestra de 0,30 g de suelo que pasó por un tamiz de 0,5 mm (Nº 35). A continuación, se añadió mediante una pipeta 2,5 ml de $K_2Cr_2O_7$ 1N sobre el suelo, mezclando ambos. Seguidamente se agregó 5 ml de H_2SO_4 concentrado y posteriormente se dejó 30 minutos en reposo. Luego se diluyó la solución con 80 ml de agua destilada y se añadió 2,5 ml de H_3PO_4 al 85% y 1,5 ml de difenilparasulfonato de bario. Finalmente se valoró la solución por retroceso con el reductor “sal de Mohr” agregando gota a gota con una bureta hasta que se observó el viraje de la solución a un color verde (Figura 3).



Figura 3: Titulación de las muestras preparadas por el método de Walkley and Black (en los erlenmeyers se observan cambios de colores previos a arribar al punto final).

Únicamente en el caso del atributo MOT se determinó en la totalidad de las parcelas del ensayo, con sus respectivas repeticiones. Es decir, si se tiene en cuenta que fueron 48 parcelas, con dos sitios de muestreos por cada una, con muestras de dos profundidades por cada punto de muestreo y con dos repeticiones en cada profundidad, en total se realizaron 384 titulaciones/determinaciones.

Determinación de humedad equivalente: Se determinó por el método de la centrífuga (Montenegro González et al., 1990). Para ello se cubrieron las celdillas de bronce con un papel de filtro, se introdujo en las mismas 30 g de suelo seco al aire (de manera de obtener aproximadamente una capa de un centímetro de espesor). Cada muestra, por duplicado, se humedecieron con agua destilada por capilaridad durante 24 horas; luego de escurrir el excedente por unos minutos sobre un trapo húmedo se colocaron en la centrífuga enfrentando los duplicados de cada muestra. La centrífuga se mantuvo durante 40 minutos a una velocidad de 2440 rpm (velocidad equivalente a 1000 veces la fuerza de la gravedad = 1 atm de presión). Luego se colocó una porción de suelo en un pesafiltro previamente tarado y se pesó (peso húmedo). Posteriormente se llevó a estufa a 105 °C, por 24-48 horas hasta peso constante. Los pesafiltros se retiraron de la estufa y se colocaron en un desecador para, luego de enfriados, obtener el peso seco y calcular el porcentaje de humedad.

Estabilidad de agregados: Esta variable fue analizada por el Método de Kemper y Rosenau (1986). Para su determinación se usaron agregados entre 2 a 3,36 mm, humedecidos previamente por capilaridad. Se emplearon tamices de 0,5 mm, colocados en un equipo para la medición de la estabilidad, el cual realiza movimientos oscilatorios ascendentes y descendentes, cuya longitud del recorrido de los tamices fue de 13 mm, con una frecuencia de 35 veces por minuto. El recorrido de estos fue siempre dentro del agua, durante 5 minutos para aumentar las fuerzas disruptivas y detectar mayores diferencias entre tratamientos. Los agregados que soportaron el tamizado fueron secados a estufa a 105 °C por 24 hs y luego pesados. Seguidamente se cubrieron estos agregados con OHNa 0,5 N, se dispersaron los agregados con varilla de vidrio y se pasaron nuevamente por los tamices usados anteriormente. El remanente retenido se lo colocó en el pesafiltro correspondiente y se llevó a estufa por 24 hs a 105 °C, luego fueron pesados para obtener el valor de su fracción de arena y hacer las correcciones por este factor.

Comentarios

Infiltación: Los resultados hallados muestran que las parcelas bajo SD tuvieron, en promedio, el doble de infiltación que LC y LR. Esto podría deberse a que bajo SD se tiene una mejor estructuración y distribución de poros, dado por el incremento de la materia orgánica del suelo, y además por la protección que ejerce el rastrojo sobre los agregados frente a la erosión hídrica. En las rotaciones el pasto cambá mostró una infiltación muy superior respecto al resto. Lo cual estaría relacionado a la mayor densidad de raíces que posee dicho cultivo y como consecuencia una mayor cantidad de poros por donde percolaría el agua.

Tabla 2. Valores promedios de infiltación para cada factor.

factor	Infiltración (mm h ⁻¹)		
	Ib	K	n
Labranza convencional	5,15	3,68	0,49
Labranza reducida	5,67	4,27	0,46
Siembra directa	9,30	7,71	0,47
R1 (Maíz-Descanso)	4,25	2,23	0,51
R2 (Maíz-Avena)	4,11	2,77	0,43
R3 (Maíz-Caupí-Avena)	4,48	8,05	0,38
R4 (Cambá)	14,00	7,83	0,56
n		48	

Con los datos de infiltación se realizaron las figuras 4, 5 y 6, las mismas son de tres parcelas en las que se obtuvieron valores muy próximos a los promedios hallados en los sistemas de labranzas bajo análisis (Tabla 2).

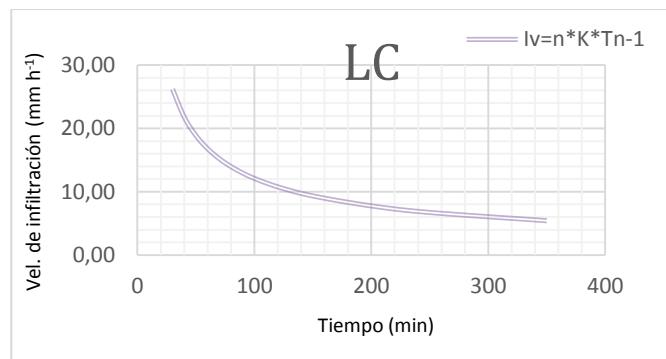


Figura 4. Infiltación de una parcela bajo un sistema de labranza convencional.

Inicialmente se observó una infiltración de 26 mm h^{-1} que se relacionaría con la remoción superficial por las labranzas, lo que produciría mayor cantidad de macroporos, reduciría la escorrentía y permitiría una rápida entrada inicial de agua. Posteriormente la infiltración estaría limitada por la tasa de percolación a través del perfil y por la estabilidad de agregados (Baver, 1973). Por lo cual, al avanzar el proceso de infiltración de agua, la misma se estabilizó en $5,43 \text{ mm h}^{-1}$, inferior a la SD y próxima a la LR (Tabla 2 y Figuras 5 y 6). Relacionado a una mayor Da en el suelo en el espesor de 7-20 cm de profundidad.

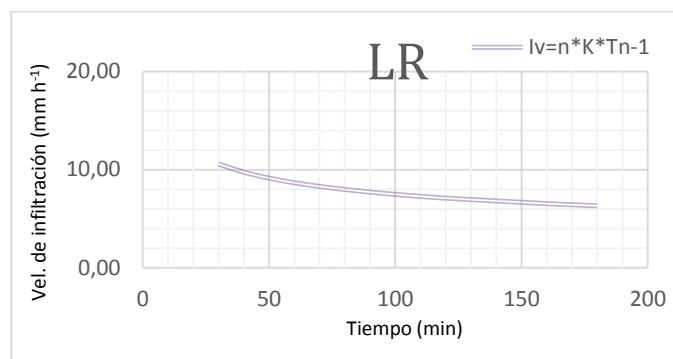


Figura 5. Infiltración de una parcela bajo un sistema de labranza Reducida.

En LR se pudo observar una curva con una ligera disminución a través del tiempo, debido a que se inició la determinación con el suelo húmedo. La velocidad de infiltración se inició con 10 mm h^{-1} , y la Ib de la parcela alcanzó $6,31 \text{ mm h}^{-1}$, levemente mayor al valor obtenido en LC, lo cual puede deberse a una mejor estabilidad de agregados respecto a LC. Ver Figura 5.

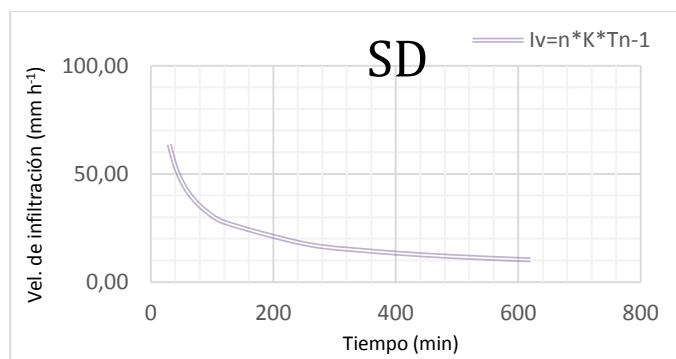


Figura 6. Infiltración de una parcela bajo un sistema de labranza siembra directa.

En SD se registró una elevada entrada inicial de agua, que podría relacionarse a una mejor estructuración y porosidad. Posteriormente la infiltración disminuyó, pero lentamente, pues a los 60 minutos la entrada de agua fue de 40 mm h^{-1} , y finalmente se mantuvo a través del tiempo con una lb de $10,29 \text{ mm h}^{-1}$ cercana al doble de la LC (Figura 6).

Densidad aparente: Al analizar los promedios obtenidos para los cuatro sistemas de rotaciones de cultivos se observa que, tanto en superficie como en profundidad, la R4 (Cambá) obtuvo los valores más bajos de Da y por lo tanto mayor espacio poroso total. Esto se relaciona a la mayor densidad radical y al aporte de materia orgánica (lo cual mejora la estructura del suelo) que brindó el pasto Cambá. En ambos factores analizados la densidad aparente en profundidad fue mayor que en superficie, lo cual se debería al menor contenido de materia orgánica a medida que nos alejamos de la superficie, a la compactación que ejercen las capas superiores del suelo y también a la densificación subsuperficial producida por el uso de herramientas y pasaje de maquinarias agrícolas (tabla 3).

Tabla 3. Valores promedios de densidad aparente para cada factor.

factor	Da (g cm^{-3})	
	0-7 cm	7-20 cm
Labranza convencional	1,52	1,62
Labranza reducida	1,50	1,61
Siembra directa	1,52	1,59
R1 (Maíz-Descanso)	1,53	1,63
R2 (Maíz-Avena)	1,51	1,62
R3 (Maíz-Caupí-Avena)	1,51	1,62
R4 (Cambá)	1,49	1,59
n	48	48

Materia orgánica total:

Al determinar la MOT inicialmente se evaluó 24 parcelas como se hizo con el resto de los atributos del suelo, pero luego se decidió sumarle dos repeticiones adicionales a los siguientes tratamientos: LC, SD, R1, R2 y R3 para que los mismos tengan 4 repeticiones (necesarias para hacer un análisis estadístico) y de esta manera usar dichos valores para presentar un trabajo de investigación en la XXVI Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión (2018), bajo el título de “**MATERIA ORGÁNICA DEL**

SUELO CON LABRANZA CONVENCIONAL, DIRECTA Y ROTACIONES DE CULTIVOS EN ARGUUDOLES DE CORRIENTES”.

Finalmente, faltando tan poco para completar 4 repeticiones en los 12 tratamientos del ensayo, y al tener disponibilidad de tiempo, se resolvió completar las determinaciones de la MOT en la todas las parcelas. Por lo tanto, esta variable fue analizada bajo 12 tratamientos con 4 repeticiones por cada uno, producto de la combinación de tres sistemas de labranzas: LC, LR y SD con 4 sistemas de rotaciones de cultivos: R1, R2, R3 y R4. Totalizando 48 parcelas. Por lo cual, y aunque no es necesario bajo la presente modalidad de trabajo final de graduación, se realizó un análisis estadístico para comprender mejor los resultados hallados.

Trabajo de Investigación presentado por Fiant et al., 2018.

MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO CON LABRANZA CONVENCIONAL, DIRECTA Y ROTACIONES DE CULTIVOS EN ARGUUDOLES DE CORRIENTES

El objetivo fue evaluar el efecto de sistemas de labranzas (convencional frente a siembra directa) y rotaciones de cultivos sobre la materia orgánica (MO), en Argiudoles de Corrientes. El ensayo se instaló en la EEA INTA Corrientes, evaluando sistemas de labranzas convencional (LC), siembra directa (SD) y tres sistemas de rotaciones anuales, con un cultivo: maíz-descanso (R1); dos cultivos: maíz-avena (R2) y tres cultivos: maíz-avena-caupí (R3). El diseño fue en parcelas completamente aleatorizadas en arreglo factorial de 2x3, totalizando 6 tratamientos con cuatro repeticiones (24 parcelas). Los factores fueron: a) Sistemas de labranzas con dos niveles: LC y SD; y b) Secuencia de cultivos, con tres niveles. Se tomaron muestras de suelo en dos profundidades: de 0-7 y 7-20 cm. Se determinó MO total y se aplicó un análisis de varianza, comparando las medias de los tratamientos mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P<0,05$). En SD, de 0-7 cm, se obtuvo en promedio 1,93% de MO respecto a la LC con 1,84% ($P<0,0686$); relacionado a la menor aireación del suelo y por lo tanto una menor descomposición de la MO en SD. De 7-20 cm no hubo diferencias significativas entre los sistemas de labranzas (LC: 1,49; SD: 1,45%). En las rotaciones evaluadas, de 0-7 cm, los valores de MO variaron de 1,55 a 2,55% sin diferencias significativas. De 7-20 cm el contenido promedio de la R2 fue 1,57%, superior a R3 y R1 con 1,46 y 1,37% respectivamente ($P<0,0006$) con un rango de variación de 1,08 a 1,90% de MO. Los coeficientes de variación fueron de 13% para ambas profundidades. El uso de la R2 incrementó significativamente la MO en profundidad (7-20cm), respecto al resto de las rotaciones evaluadas. Bajo SD aumentó la MO en superficie (0-7cm) respecto a la LC, pero sin diferencias significativas. Ver tabla 4.

Tabla 4. Análisis de la varianza de la MOT entre los factores y medias por sistemas de labranzas y secuencias de cultivos.

		MATERIA ORGÁNICA TOTAL (%)		
Factor		0-7 cm	7-20 cm	
SL	Labranza convencional (LC)	1,84 a	1,49 a	
SL	Siembra directa (SD)	1,93 a	1,45 a	ns
ROT	R1: Mz D	1,86 a	1,37 b	
ROT	R2: Mz Av	1,89 a	ns	1,57 a
	R3:Mz Av Ca	1,90 a		1,46 b
	Sistemas de Labranza (SL)	3,40	0,068	1,13 ns
"F"	Rotaciones	0,20	ns	8,01 0,0006
	SLxRotaciones	0,04	ns	0,02 ns
	Coeficiente de variación	13,36		13,33
	Número de observaciones	48		48

Ref: SL: sistemas de labranzas; ROT: rotaciones de cultivos; Mz: Maíz; D: descanso; Av: avena negra; Ca: caupí; n: número de observaciones; Letras diferentes en un mismo momento indican diferencias significativas entre niveles mediante la Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$); *: 0,05; **: 0,01; ***: 0,001; ns: sin diferencias significativas; Pr>F: probabilidad del valor "F".

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA MOT EN LOS 12 TRATAMIENTOS, CON 4 REPETICIONES POR CADA UNO.

En la tabla 5 se observa que la MOT en superficie (0-7 cm) fue mayor bajo SD respecto a los demás sistemas de labranzas, aunque no presentó diferencias significativas. En profundidad (7-20 cm) la LR registró un promedio levemente mayor a LC y SD, pero las diferencias no fueron significativas.

En cuanto a las rotaciones, en superficie (0-7 cm) no se observaron diferencias significativas entre los 4 tratamientos. En cambio, en la profundidad de 7-20 cm, la R2 y R4 presentaron valores promedios superiores a R1 ($P<0,042$). Lo que se debería no solo a la contribución de residuos orgánicos en general (aéreos y subterráneos) por parte del Maíz y avena en R2, y del pasto Cambá en R4, sino también al aporte de lignina por parte de los tres cultivos, ya que la misma es el material de partida para la formación de sustancias húmicas (Porta et al., 2003). La R3 presentó un valor menor a R2, lo cual probablemente se deba a la incorporación del caupí, el cual presenta una relación C/N baja, lo que estimularía la descomposición de la MOT del suelo en determinadas circunstancias (Primavesi, 1984).

Tabla 5. Análisis de la varianza de la MOT entre los factores y medias por sistemas de labranzas y secuencias de cultivos.

MATERIA ORGÁNICA TOTAL (MOT)				
	Factor	0-7 cm	7-20 cm	
SL	Labranza convencional (LC)	1,86	1,49	
	Labranza reducida (LR)	1,90	ns	1,52
	Siembra directa (SD)	1,93		1,48
SC	R1: Mz D	1,91		1,45 b
	R2: Mz Av	1,86		1,54 a
	R3:Mz Av Ca	1,90	ns	1,46 ab
	R4:Past	1,92		1,53 a
Pr> F	Sistemas de Labranza (SL)	1,35		0,82
	Rotaciones	0,55	ns	2,70*
CV	SLxROT	1,21		3,44**
	Coeficiente de variación	12,81		12,42
	N Número de observaciones	96		96

Ref: SL: sistemas de labranzas; SC: secuencias de cultivos; S: sorgo; D: descanso; Av: avena negra; Ca: caupí; Past: pasto cambá; n: número de observaciones; CV (%): coeficiente de variación; Letras diferentes en un mismo momento indican diferencias significativas entre niveles mediante la Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$); *: 0,05; **: 0,01; ***: 0,001; ns: sin diferencias significativas; Pr>F: probabilidad del valor "F".

Humedad equivalente (HE): En la tabla 6 se observa que el mayor porcentaje de HE, analizando las rotaciones de cultivos y a la profundidad de 0-7 cm, se obtuvo en la R4 (Cambá). Esto se relacionaría a la mejor estructuración observada en las parcelas con dicho cultivo, y por lo tanto a la mayor cantidad y mejor distribución de poros.

En la profundidad de 7-20 cm se observó que, en 5 de los 7 niveles analizados (dentro de los dos factores estudiados) el promedio de HE aumentó. Lo cual estaría relacionado a la mayor cantidad de partículas con menor diámetro equivalente presentes en esa profundidad, dado que la serie Treviño exhibe un horizonte Bt.

Tabla 6. Valores promedios de humedad equivalente para cada factor.

factor	HE (%)	
	0-7 cm	7-20 cm
Labranza convencional	13,13	13,15
Labranza reducida	13,39	13,82
Siembra directa	13,40	14,04
R1 (Maíz-Descanso)	13,49	14,47
R2 (Maíz-Avena)	12,40	13,77
R3 (Maíz-Caupí-Avena)	13,30	12,83
R4 (Cambá)	14,03	13,61
n	48	48

Estabilidad de agregados (EA): En la tabla 7 pueden observarse los valores promedios para cada factor, producto de la evaluación de 24 parcelas. Respecto a las rotaciones de cultivos, la R4 (Pasto Cambá), obtuvo la mayor estabilidad de agregados tanto en superficie como en profundidad, en comparación al resto de las rotaciones. Esto se debería al aporte de materia orgánica y al sistema radical de la pastura. También es importante mencionar que los residuos aportados por el pasto Cambá tienen buen contenido de lignina, dicho polímero tiene un efecto estabilizante directo de los agregados del suelo (Porta et al., 2003).

En los sistemas de labranzas puede observarse, en superficie, que la LR obtuvo el mayor valor, seguida por la SD. Lo cual estaría relacionado a la mayor cantidad de residuos orgánicos bajo esos dos sistemas. En profundidad se observó mayor estabilidad bajo el sistema LC, respecto a los otros sistemas de labranzas, lo que podría relacionarse a la semi-inversión y mezcla del pan de tierra que produce la utilización de rastras de discos bajo mencionado sistema.

Tabla 7. Valores promedios de estabilidad de agregados para cada factor.

factor	EA (%)	
	0-7 cm	7-20 cm
Labranza convencional	81,66	75,74
Labranza reducida	86,32	68,52
Siembra directa	83,67	67,09
R1 (Maíz-Descanso)	83,52	67,72
R2 (Maíz-Avena)	84,54	72,98
R3 (Maíz-Caupí-Avena)	80,93	66,77
R4 (Cambá)	85,79	74,59
n	48	48

Conclusiones

Durante la ejecución del presente trabajo se pudo adquirir una práctica profesional suficiente para evaluar atributos del suelo como ser: Ib, Da, MOT, EA y HE, lo cual es de suma importancia para definir situaciones de prácticas de manejo (sistemas de labranza y rotaciones de cultivos) y degradación del suelo, pudiendo, además, precisar de este modo la evolución de la calidad del suelo. Al evaluar estas propiedades del suelo también podríamos sugerir, de acuerdo con sus efectos registrados, diferentes prácticas de manejo para mejorar la calidad de éste.

Al evaluar el efecto de los sistemas de labranzas y rotaciones de cultivos sobre ciertos atributos de un suelo de la serie Treviño, que ayudan a definir la calidad de este, se observó que:

- La MOT aumentó en superficie bajo SD, aunque dicha observación no es definitiva dado que no hubo una diferencia significativa. En profundidad se observó mayor contenido con la R2 y R4, lo que podría atribuirse a la inclusión de dos cultivos de Gramíneas en la rotación.
- La Ib fue mayor en SD y en la R4, lo que estaría relacionado al mayor contenido de materia orgánica y porosidad total.
- Respecto a la EA, en la R4 se obtuvieron los mayores porcentajes, lo que podría deberse al aporte de materia orgánica y lignina (importante en la formación de agregados estables) por parte del pasto cambá.
- La Da mostró poca variación entre tratamientos, sin embargo, dentro de la variación observada, en la R4 se visualizaron los menores valores, lo que se relacionaría al mayor contenido de abundantes raíces y aporte de materia orgánica que se obtuvo en dicha rotación.
- La HE exhibió mayores porcentajes en R4, lo que se relacionaría a la mayor cantidad de mesoporos que podría encontrarse en un suelo bien estructurado.

Bibliografía

- Baver, L.D. 1973. Física de suelos. Primeras Edición. México. Pp. 529.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Pycnometer Method. p. 377-381. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Castiglioni, M., D. Mazzoni, C.I. Chagas, E. Palacín, O. Santanatoglia & M. Massobrio. 2013. Distribución de Poros en una Ladera de Pampa Ondulada Cultivada con Siembra Directa. Ciencia del Suelo 28(2):243-248.
- Dexter, AR. 1991. Amelioration of soil by natural processes. Soil Till. Res. 20: 87-100.
- Domínguez, G.F., G.A Studdert & H.E. Echeverría. 2005. Propiedades del suelo: efectos de las prácticas de manejo. En: Echeverría, H.E. & F.O. García. eds. Fert. de Suelos y Fertiliz. de Cult. Ed. INTA. Buenos Aires. 207-229 p.
- Duchaufour, Ph. 2001. Introduction á la Science du Sol. Sol, Végétation, Environnement. Dunod, 331 pp. Paris.
- Escobar, E.H., H.D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio & O. Vallejos. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. INTA EEA Corrientes, Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales. Corrientes, Argentina. 218 p.
- Fiant, J., R. Sosa, F.A. Paredes, H.C., Dalurzo. 2018. Materia orgánica del suelo con labranza convencional, directa y rotaciones de cultivos en Argiudoles de Corrientes. XXVI Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión.
- Gabioud, E.A., M.G. Wilson & M.C. Sasal. 2011. Análisis de la estabilidad de agregados por el método de Le Bissonnais en tres órdenes de suelos. Ciencia del Suelo. Vol. 29 (2), 129-139.
- Gavande, S.A. 1979. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Ed. Limusa-Wiley S.A., 321 p.
- Gil, R.C. 2002. El comportamiento físico-funcional de los suelos. Buenos Aires: Instituto de Suelos. INTA Castelar, 19 p.
- Ingaramo, O.E. 2003. Indicadores físicos de la degradación del suelo. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. España. 341 pp.
- Katsvairo, T., W.J. Cox & H. van Es. 2002. Tillage and Rotation Effects on Soil Physical Characteristics. Agron. J. 94: 299–304.
- Keller, T. & I. Håkansson. 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. Geoderma 154: 398-406
- Kemper, W.D. & R.C. Rosenau. 1986. Aggregate stability and size distribution. 425-441 p. In A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Kladivko, E.J. 1994. Residue effects on soil physical properties. In: Managing Agricultural Residues. Paul Unger Ed. Lewis Publishers. 123-142 p.
- Ligier, H.D., H.R. Matteio, O. Vallejos, J.M. Garay, D.B. Kurtz, D.D. Ybarra, R.A. Barrios, S.C. Perucca, C. Fernandez Lopez, T.S. Rey Montoya. 2016. Relevamiento de Suelos y aptitud de tierras en los Departamentos Monte Caseros y Empedrado. INTA EEA Corrientes, Grupo de Recursos Naturales. Informe Final. Corrientes, Argentina. 296 p.
- Ligier, H.D. & D.B. Kurtz. 2001. Agricultura de Bajos Insumos en Minifundios de Corrientes: Estrategias para una Agricultura Sustentable. 363-370. En: Siembra Directa II. Panigatti, JL; H Buschiazzo & H Marelli (eds). Ediciones INTA.

- Montenegro González, H., D. Malagón Castro & L. Guerrero. 1990. Propiedades Físicas de los suelos. Subdirección Agrológica. I.G.A.C. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Bogotá, Colombia. 813 p.
- Mulin, E. & C. Álvarez. 2004. El gran libro de la siembra directa. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Copyright Clarín.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter p. 961-1010. In J.M. Bigham (ed.). Methods of soil analysis Part 3. Chemical Methods. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Pennock, D., T. Yates, J. Braidek. 2008. Soil Sampling Designs. In: Carter, M.R.; Gregorich, E.G. (eds.). 2008. Soil Sampling and methods of analysis. 2nd. Ed. Taylor & Francis Group. LLC. pp 25-39.
- Pilatti, M.A., J.A. Orellana & O. Felli. 1998. Indicadores edáficos en agricultura sostenible. II Idoneidad de variables edáficas para evaluar sostenibilidad en agroecosistemas, 15 p. XVI Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz. p 235.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Publ. Rev. Agron. Alcance nº 32. Maracay (Venezuela). 90 pág.
- Pla Sentís, I. & F. Ovalles. 1993. Efectos de los sistemas de labranza en la degradación y productividad de los suelos. FONAIAP. Pp 35.
- Pla, I. 1994. Curso sobre efectos de la labranza en las propiedades físicas de los suelos. Instituto de Suelos. C.I.R.N. INTA Castelar. Capítulo II, Labranzas y Propiedades Físicas de los Suelos. Pp. 23.
- Porta, J., M. Lopez Acevedo & C. Roquero. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. 929 pp.
- Primavesi, A. 1984. Manejo Ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales. El Ateneo Ed. Buenos Aires. 499 pp.
- Rey Montoya, T.S., F.A. Paredes, H.C. Dalurzo, C. Fernández Lopez, R. M. Kersting. 2017. Propiedades físicas de un Argiudol Ácuico bajo diferentes sistemas de manejo. Revista de la Ciencia del Suelo. Vol. 35, (1), pp.171-180.
- Roldán, MF., GA Studdert., C Videla., S San Martino, & L Picone. 2014. Distribución de tamaño y estabilidad de agregados en molisoles bajo labranzas contrastantes. Ciencia del suelo, Vol. 32, (2), págs. 247-257.
- Schmidt, E.S. & N.M. Amiotti. 2015. Propiedades edáficas superficiales en sistemas de agricultura de conservación en la región pampeana semiárida sur Ciencia del Suelo 33(1): 79-88.
- Silenzio, J., AM Moreno & J. Lucero. 1987. Variaciones temporales de la estabilidad estructural de un suelo no disturbado. Ciencia del Suelo Vol. 5 N° 1:1-7pp.
- Taboada, M.A., C.R. Alvarez. 2008. Fertilidad física de los suelos. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Venialgo, C., A. Sosa, N.C. Gutiérrez, A Corrales & C Briend. 1999. Densidad aparente y resistencia a la penetración en diferentes sistemas de manejo de suelos en plantaciones de yerba mate en el Nordeste de Corrientes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 1999. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. www.unne.edu.ar/investigacion/com1999/CA-web/wCA_057.pdf (accessed Mar 2013).
- Unger, P.W. 1997. Aggregate and organic carbon concentration interrelationships of Torrertic Paleustoll. Soil & Till. Res. 42: 95-113.

Venialgo, C., N Gutiérrez, A Corrales., D. Drganc & A. Asselborn. 2005. Estabilidad de agregados y resistencia a la penetración en series de suelos con distintos usos en el Sudoeste del Chaco. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.

Opinión del asesor

En el presente trabajo el alumno Joaquín Fiant se dedicó con entusiasmo al tema abordado poniendo dedicación, tiempo y esfuerzo en las tareas de campo y laboratorio, sin tener inconvenientes en repetir determinaciones que requirieron nuevos valores por errores involuntarios.

Durante el desarrollo del trabajo por su interés personal, y a fin de familiarizarse con análisis estadísticos, presentó un trabajo completando un análisis de seis tratamientos en las XXVI Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión. Continuando en dicho sentido, se abocó posteriormente a la determinación total de las muestras de materia orgánica del ensayo, completando todos los tratamientos y repeticiones por lo cual se incluyó en el presente Trabajo Final de Graduación, a pesar de extralimitarse en la modalidad de éste, pero resalta y refleja las tareas totales realizadas por dicho alumno. Es apropiado aclarar que siempre demostró un buen desempeño y capacidad de trabajo en grupo, evidenciado en las tareas de campo y contracción al trabajo en todo el desarrollo de la pasantía.