



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS**

Plan de Trabajo Final de Graduación Modalidad “Pasantía”

**“Determinación de estabilidad de agregados del suelo y humedad
equivalente”**

Alumna: Sánchez Petris, Cecilia Macarena

Lugar de trabajo: Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos (FCA)

Director: Ing. Agr. (Dr.) Humberto Carlos Dalurzo

TRIBUNAL:

- Ing. Agr. Martinez, Walter Javier
- Ing. Agr. (M.Sc.) Paredes, Federico Antonio
- Ing. Agr. (Mgter.) Yfran Elvira, María de las Mercedes

Año: 2022

Índice:

Introducción y antecedentes.....	3
Objetivo.....	5
Descripción de tareas realizadas.....	5
Resultados obtenidos.....	8
Conclusión y comentarios finales.....	10
Referencias bibliográficas.....	11

Introducción y antecedentes:

Los ecosistemas naturales son transformados por el hombre para obtener productos animales, agrícolas y forestales. Estos ecosistemas transformados se los puede denominar, agroecosistemas (Hart, 1982). Un agroecosistema sustentable debería ser capaz de mantener su productividad en condiciones de estrés; promover la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura; proveer las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; ser económicamente viable y mejorar la calidad de vida de los agricultores y la sociedad (Conway, 1994; FAO, 1994). Varios autores que tratan el tema de la sustentabilidad agrícola enfatizan la necesidad de emplear una perspectiva sistémica (Levins & Vandermeer, 1990; Altieri, 1994; Conway, 1994; Maser et al., 1999).

El suelo es un componente central del agroecosistema, y es preciso definir su estado para evaluar la sustentabilidad del mismo. Según otros autores, Pieri (1989) y Etchevers (2000), esta definición es limitada por no considerar otras propiedades que también contribuyen al crecimiento y desarrollo de las plantas, la fertilidad del suelo es un concepto más amplio, que integra los atributos químicos, físicos y biológicos del suelo. Éstos se asocian con su capacidad para producir cosechas sanas y abundantes o sostener una vegetación natural en condiciones cercanas a las óptimas.

Larson & Pierce (1991) expresaron que los procesos de degradación y desarrollo de suelos determinan las propiedades intrínsecas del suelo y su calidad. La productividad está determinada por la eficiencia en el uso y manejo de los recursos. La calidad del suelo podría definirse como una condición inherente, distintiva y considerada sinónimo de atributos, propiedades y caracteres.

Se considera que los procesos de degradación física del suelo afectan desfavorablemente las condiciones edáficas cuando estos cambios disminuyen la producción agrícola o provocan demandas de mayores insumos para mantener su productividad (Venialgo et al., 1999).

Las prácticas agrícolas inapropiadas son la causa principal de la degradación del suelo que lleva a la disminución de la productividad agrícola, al deterioro de recursos y ecosistemas básicos, y a la pérdida de biodiversidad (Doran et al., 1996). Para revertir estas tendencias es necesaria la elección de sistemas de manejo en el largo plazo adecuados para el suelo y los cultivos, que permitan restaurar sus propiedades (Lal, 1998).

La correcta elección de una combinación de rotaciones y labranzas puede ser una herramienta útil para reducir los riesgos de degradación del suelo y para maximizar la producción con el mínimo compromiso para el ambiente. Las interacciones entre los efectos de corto y largo plazo entre rotaciones, labranzas y otras prácticas son tan estrechas y complejas que es generalmente difícil separarlos y analizarlos individualmente. Por esta razón, es preferible analizar los sistemas de cultivo más que las prácticas aisladas, ya que este término las incluye junto con sus interacciones dentro del contexto general del sistema de producción (Studdert & Echeverría, 2000). El conocimiento de la dinámica de los parámetros de suelo sensibles al manejo y afectados por distintas rotaciones y sistemas de labranza contribuirá al diagnóstico y a la toma de decisiones respecto a qué prácticas implementar para el logro de una agricultura ambiental, económica y productivamente sustentable.

La agregación del suelo integra propiedades edafológicas (físicas, químicas y biológicas), es fácil de medir, sensible a variaciones del clima, manejo, y detecta cambios en el suelo como resultado de la degradación antropogénica (Boehm & Anderson, 1997; Seybold & Herrick, 2001). Por lo tanto, se lo considera una excelente herramienta para evaluar la calidad del suelo (Cammeraat e Imeson, 1998, citado por Martínez Trinidad et al., 2007).

La agregación del suelo es el proceso mediante el cual sus partículas primarias, arena, limo y arcilla, se unen formando unidades secundarias, agregados, debido a la acción de fuerzas naturales y a sustancias derivadas de exudados de las raíces y provenientes también de la actividad microbiana (Glosary of Soil Sci. Soc. of Am. 1996). Uno de los indicadores del estado estructural del suelo es la Estabilidad de Agregados (EA) (Mbagwu, 2004), debido a que los mejores suelos y los más resistentes a la erosión son aquellos que poseen mayores contenidos de materia orgánica y alta EA (Romero Díaz et al., 2020).

La estabilidad de los agregados del suelo está condicionada especialmente por la acción del agua como factor de degradación y por la cohesión en estado húmedo como factor de resistencia (Henin et al. 1958). Así, la estabilidad de agregados del suelo, por ser una característica edáfica dinámica, es considerada un indicador sensible de tendencias a la recuperación o degradación de los suelos (Doran & Parkin. 1994)

El 40% del territorio está afectado en alguna medida por fenómenos de degradación física, química o biológica. Entre los más importantes se pueden mencionar la erosión (hídrica y eólica), compactación, sellado y encostrado superficial, acidificación, salinización, pérdida de fertilidad (materia orgánica y nutrientes) (Michelena, 2011); existen distintos mecanismos de desagregación en el suelo: desagregación por compresión del aire ocluido que origina ruptura por efecto del estallido, desagregación mecánica debida al impacto de las gotas de lluvia, microfisuración por hinchamiento diferencial y dispersión por procesos físico-químicos (Amézketa, 1999). En general, la medición de la estabilidad estructural en laboratorio intenta reproducir alguno de estos mecanismos (Le Bissonnais, 1996).

Se define un agregado como un grupo o conjunto de partículas donde las fuerzas de unión entre si superan a las existentes entre este y otros grupos adyacentes, y por estructura, al arreglo u ordenamiento espacial de los agregados y poros del suelo. Oades (1984)

La estabilidad de agregados, es una estimación de la capacidad del suelo para mantener la arquitectura de la fracción sólida y del espacio poroso cuando se someten a la acción de fuerzas originadas por la acción del agua o de esfuerzos mecánicos externos (Kay, 1990). Por lo tanto, la (EA), es decir la cantidad de agregados estables en un suelo, puede ser considerada como indicador de calidad estructural del mismo (Taboada & Alvarez., 2008).

La EA es una propiedad importante dado que ayuda a mantener una alta infiltración de agua al resistir la formación de sellos superficiales, favoreciendo la aireación y la retención de agua para las plantas, (Kladivko, 1994; Unger, 1997). Al perder la EA, los suelos comienzan a manifestar deficiencia hídrica, problemas de anclaje de raíces e implantación de los cultivos (Ingaramo, 2003)

La agregación del suelo integra propiedades edafológicas (físicas, químicas y biológicas), fácil de medir, sensible a variaciones del clima, manejo, y detecta cambios en el suelo como resultado de la degradación antropogénica (Boehm & Anderson, 1997 ; Seybold & Herrick, 2001.)

Objetivo General:

Adquirir destreza en determinación de la estabilidad de agregados y humedad equivalente de un suelo clasificado como Argiudol ácuico, a fin de evaluar la evolución y procesos de degradación del mismo ante diferentes prácticas de manejo y conservación de suelo.

Objetivo Específicos:

Obtener experiencia en muestrear suelos, y así poder ejecutar las prácticas de laboratorio para determinar algunas determinaciones analíticas como ser estabilidad de agregados y humedad equivalente.

Evaluar e interpretar los resultados del diagnóstico de las variables de suelo.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DESARROLLADAS:

Se empleó un ensayo instalado en la E.E.A. INTA Corrientes: donde se evalúan diferentes tipos de labranzas y secuencias de cultivos. Los muestreos y determinaciones en el suelo se realizaron para determinar su respuesta a la aplicación de prácticas contrastantes de manejo.

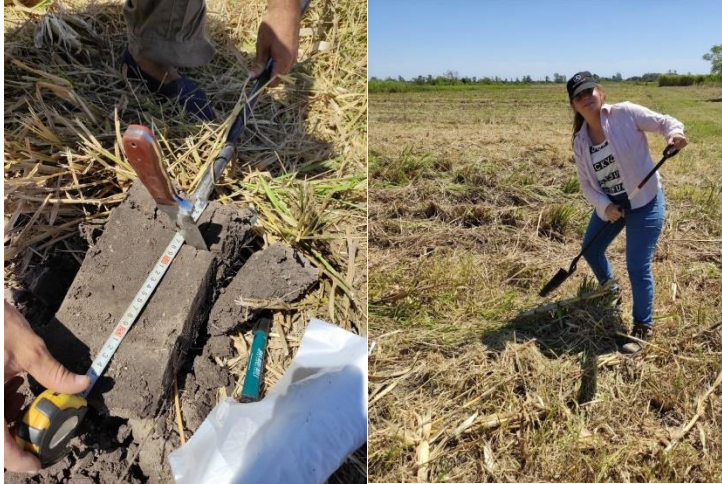
El suelo del ensayo es moderadamente bien drenado, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcable por cortos períodos, perteneciente a la Serie Treviño, clasificado como Argiudol ácuico, con un horizonte superficial mólico de 40 cm de espesor, que incluye un un horizonte transicional con características del B y del A con incrementos de arcilla mayores de 20% relativo (BA_t); franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (B_t), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado es de color negro y reacción neutra. Presenta moteados y concreciones de hierro-manganeso comienzan a los 17 cm. Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios en bases de cambio, especialmente en el B_t y de materia orgánica en el epipedón, con pobres contenidos en fósforo (Escobar et al., 1996).

El ensayo consistió en un diseño y tratamientos en parcelas completamente aleatorizadas (DCA) con cuatro repeticiones y arreglo factorial (3x4). Los factores fueron: a) sistema de labranza, con tres niveles: labranza convencional (LC), labranza reducida (LR) y siembra directa (SD); y b) rotación de cultivos, con cuatro niveles que correspondieron a combinaciones de cultivos tradicionales de pequeños productores. El tratamiento LC, consistió en la preparación del suelo con en una remoción profunda e incorporación de rastrojos por métodos mecánicos; para esta operación se utilizó un arado de discos. Para LR la operación de remoción superficial del suelo se efectuó a través de la semincorporación de los rastrojos del cultivo antecesor dejando parte en superficie mediante dos labranzas con rastra de discos.

El tratamiento SD consistió en la siembra sobre el suelo sin labrar dejando los rastrojos del cultivo antecesor en la superficie. Como cultivo de renta fue: maíz, como cultivo de cobertura se usó avena negra y como cultivo empleado en algunos tratamientos de rotaciones caupi.

Las labores a campo, la toma de muestras, y el acondicionamiento de las muestras se llevó a cabo con la colaboración de compañeros que trabajaban en forma simultánea en la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, que realizaban sus respectivas tesinas y adscripciones. En las tareas de campaña trabajamos en equipo y en forma conjunta para lograr nuestros objetivos específicos planteados en cada proyecto.

Muestreos y determinaciones: Luego de la siembra se tomaron en cada parcela, dos muestras compuestas de suelo a dos profundidades: 0-7 y de 7-20 cm en 48 parcelas del ensayo.



Tareas que se desarrollaron en laboratorio:

Se procedió al secado, molienda, tamizado y acondicionamiento de las muestras para análisis posteriores. Se realizaron los siguientes análisis físicos de las muestras de suelos, determinando:

- **Estabilidad de agregados**
- **Humedad equivalente**

PROCEDIMIENTO DE ESTABILIDAD DE AGREGADOS EN HÚMEDO

Estos análisis se hicieron con el equipo descrito por Kemper & Rosenau (1986) el cual cuenta con disponibilidad de analizar 8 muestras simultáneamente, usando agregados que fueron separados por tamizado en seco entre los tamices de 2 mm (N°10) y 3,36 mm (N°6), en muestras tomadas con pala para evitar la ruptura de la estructura natural que tenía el suelo en el momento de muestreo.



Figura nº 1: Maquina para realizar estabilidad de agregados con tamizado en húmedo según el método de Kemper & Rosenau,

El equipo cuenta con una plataforma que contiene los 8 tamices de 0,5 mm para tamizar el tamaño de agregados ya mencionado. Al encender la maquina esta plataforma tiene movimientos de subida y de bajada haciendo que los tamices se desplacen dentro del agua de los recipientes de aluminio, sin que los agregados sobresalgan de la superficie del agua. Luego del tamizado en húmedo los agregados que no son estables se destruyen y pasan a través de la malla del tamiz, quedando solamente los agregados estables que se secan en estufa, para luego registrar su peso, y posteriormente se los destruye aplicando hexametáfosfato de sodio y con la ayuda de una varilla de vidrio se destruyen los agregados que pudieron soportar el efecto del tamizado en agua. Luego para efectuar la corrección de la fracción gruesa y descontarla se pesa el material remanente en el tamiz de 0,5 mm

Método de Kemper & Rosenau, 1986

Tabla 1. Tamaño de agregados y tamices usados en cada caso para su determinación y para hacer la corrección del material grueso.

Tamaño de fracción de agregados (mm)	Peso simple (g)	Agregados estables en húmedo. malla usada (mm)	Material grueso Tamaño de malla (mm)
> 2,0	4	0,5	0,5
1,0 – 2,0	4	0,25	0,25
0,5 – 1,0	2	0,1	0,1
0,053 – 0,5	0,5	0,012	0,012
<0,053	-----	-----	-----

Tabla 1: Tamaño de agregados y tamices usados respectivamente para corrección de material grueso.

1. Humectación capilar: (en base a la Tabla 1 se usó el tamaño de tamiz y las cantidades de muestras de suelo allí señaladas.)

- Se colocó el tamiz del tamaño apropiado en un platillo de pesaje de plástico y se taró.
- Se registró el número, el tamaño del tamiz y la identificación del suelo correspondiente.
- Se pesó la cantidad indicada de suelo según Tabla 1 en el tamiz tarado más la bandeja de pesaje.
- Se humedeció lentamente el suelo, agregando incrementos de 1 ml (aproximadamente) de H₂O destilada desde un frasco lavador a la bandeja de pesaje de plástico por fuera del tamiz usado hasta que el suelo se humedezca por capilaridad.

2. Tamizado húmedo:

- Se colocó agua destilada a temperatura ambiente en los pesafiltros metálicos de la máquina de tamizado en húmedo.
- Se colocaron los tamices que contenían las muestras de suelo humedecido en dicho dispositivo y se los dejaron en funcionamiento durante 5 minutos.
- Después de retirar los tamices de la máquina, se lavan los materiales restantes en los tamices en pesafiltros rotulados.
- Se secó el material agregado estable en estufa a 70° C durante 24 hs según Carter et al. (2006).
- Se pesó el suelo seco más el pesafiltro y se lo registró para calcular el % de estabilidad de agregados en húmedo.

3. Corrección de material grueso:

- En el material seco obtenido en el paso anterior e, se agregó 0,5% de hexametáfosfato de sodio.
- Usando una piseta con H₂O destilada, se lavó el material del platillo en el tamiz del tamaño apropiado para determinar el material grueso (ver tabla).
- Se lavó el material restante en el tamiz con H₂O destilada adicional.
- A continuación, se enjuagó el material del tamiz en un platillo de plástico limpio y rotulado.

- e. Se secó en horno la fracción gruesa separada a 105° C durante 24 hs.
- f. Finalmente se pesó el material seco más el platillo de plástico y se registraron los valores arrojados.

4. Cálculo del porcentaje de agregados estables en húmedo:

$$\text{Estabilidad de agregados en húmedo(\%)} = \frac{\text{peso seco del suelo(g) después del tamizado húmedo} - \text{peso de la fracción de arena(g)}}{\text{peso seco del suelo (g) antes del tamizado húmedo} - \text{peso de la fracción de arena(g)}}$$

PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EQUIVALENTE

Se aplicó el método de la Centrífuga descrito en Montenegro González et al., (1990).

Para ello se usaron en las celdillas un papel de filtrado rápido para evitar perder suelo a través de la malla metálica de su base. Se usaron 30 g de suelo seco al aire (de manera de obtener aproximadamente una capa de un centímetro de espesor). Cada muestra, por duplicado, se humectaron 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. Se centrifugaron durante 30 minutos a una velocidad de 2440 rpm (velocidad equivalente a 1000 veces la fuerza de la gravedad = 1 atm de presión). Al finalizar el centrifugado se introdujo una porción de suelo en un pesafiltro previamente tarado y se pesó (peso húmedo) y se lo 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.

$$\text{Humedad del suelo(\%)} = \frac{\text{peso húmedo del suelo(g)} - \text{peso seco del suelo(g)}}{\text{peso seco del suelo(g)}}$$

Resultados obtenidos:

Estabilidad de agregados (EA):

La mayor estabilidad de agregados se presentó en la SD, en la profundidad de 0-7 cm con un 81,19% superando a los sistemas de labranzas convencional y reducida que registraron 64,39% y 64,45% respectivamente. De 7-20 cm se mantuvo la tendencia con mayor estabilidad de agregados en la siembra directa con 69,19% que en los sistemas de labranzas convencional y labranza reducida que alcanzaron 56,53% y 56,45% respectivamente con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según el análisis de variancia aplicando la prueba de Duncan (TABLA 2).

Al comparar las distintas secuencias de cultivos, la R4 con pasturas perennes fue superior (63,70%), a la profundidad de 0-7 cm, seguido por la R2 (66,29%). La R3 fue una situación intermedia entre las últimas con 63,7%, y la inferior fue R1 con (60,89%) y los menores valores para la R1 ($p \leq 0,05$).

En las muestras de la profundidad de 7-20 cm, la mayor EA se mantuvo superior en R4 con 70,7 % superiores a la R3 con 59,98% y a la R1 con 55,13%, presentando una situación intermedia entre las dos últimas la R2 (57,03%), con diferencias significativas a niveles $\leq 0,05$ (Tabla 1)

De este modo, puede afirmarse que el mejor comportamiento de la EA se halló bajo SD con respecto a los sistemas de labranza reducida y convencional, para las muestras de ambas profundidades. En las secuencias de cultivos la mejor situación fue obtenida bajo el sistema de pasturas implantadas que mejoraron la estabilidad de

agregados, seguidas por las rotaciones de cultivos con la situación más desfavorable para los casos con menos cultivos por campaña que aportaron menos rastrojos al suelo.

TABLA 2. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA ESTABILIDAD DE AGREGADOS (EA) E INTERACCIONES ENTRE LOS FACTORES Y MEDIAS POR SISTEMAS DE LABRANZAS (SL) Y SECUENCIAS DE CULTIVOS.

Estabilidad de agregados % (EA)		
Factor	0-7 cm	7-20 cm
Labranza Convencional (LC)	64,39 b	56,53 b
Labranza Reducida (LR)	64,45 b	56,45 b
Siembra Directa (SD)	81,19 a	69,19 a
Rotación de 1 cultivo/año (R1)	60,89 c	55,13 c
Rotación de 2 cultivos/año (R2)	66,29 b	57,03 bc
Rotación de 3 cultivos/año (R3)	63,70 bc	59,98 b
Rotación con pastura perenne (R4)	89,16 a	70,74 a
Sistemas de Labranza (SL)	31,84 ***	35,56 ***
“F” Secuencias	42,81 ***	24,09 ***
SLxSecuencias	3,11 ***	4,13 ***
Coeficiente de variación (CV)	18,96	15,47
Número de observaciones (n)	96	96

Referencias: n: número de observaciones; CV (%): coeficiente de variación; Letras diferentes en un mismo momento indican diferencias significativas entre niveles mediante la Prueba de Duncan ($\alpha \leq 0,05$). ns: sin diferencias significativas. Un asterisco (*) diferencias significativas a un 5% ($P < 0,05$), dos asteriscos (**) diferencias significativas al 1% ($P < 0,01$) y tres asteriscos (***) diferencias significativas al 0,1% ($P < 0,001$).

Humedad Equivalente (HE):

La humedad equivalente se define como el porcentaje de agua retenida por el suelo a una fuerza de 1000 veces la gravedad, durante media hora. Esta determinación constituye un estimativo de la capacidad de campo, especialmente para suelos francos, ya que a medida que aumenta el contenido de arena o de arcilla, los valores varían en forma significativa. (Porta et al., 2003).

En la primera profundidad, de 0-7cm, se halló una mayor HE en la SD con valores de 14,18%, que bajo la LC y LR que presentaron valores de 13,24% y 13,36% respectivamente ($p \leq 0,05$). En la segunda profundidad, 7-20 cm, la LC, LR y SD no presentaron diferencias entre sí, y presentaron valores promedios de 13,25%, 13,02%, y 13,18% respectivamente.

Con respecto a los tratamientos con diferentes secuencias de cultivos a la profundidad de 0-7 cm en la R4 se alcanzó la mayor HE (14,24%), superando estadísticamente a la R1 y R2 que se encontraron con valores similares de (13 %) aproximadamente, y la R3 en una situación intermedia, a la R4 Y A LAS R1 y R2.

En la primera profundidad se lograron diferencias, en los SL con una probabilidad del 1%, y en las secuencias de cultivos a una probabilidad del 5%; en cuanto a la segunda profundidad no se hallaron diferencias significativas (ns). (Tabla 3)

TABLA 3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE HUMEDAD EQUIVALENTE (HE) E INTERACCIONES ENTRE LOS FACTORES Y MEDIAS POR SISTEMAS DE LABRANZAS (SL) Y SECUENCIAS DE CULTIVOS.

Humedad equivalente (HE)	Columna1	Columna2
Factor	0-7 cm	7-20 cm
Labranza Convencional (LC)	13,24 b	13,25 a
Labranza Reducida (LR)	13,36 b	13,02 a
Siembra Directa (SD)	14,18 a	13,18 a
Rotación de 1 cultivo/año (R1)	13,42 b	13, 24 a
Rotación de 2 cultivos/año (R2)	13,15 b	12,88 a
Rotación de 3 cultivos/año (R3)	13,57 ab	13,16 a
Rotación con pastura perenne (R4)	14,24 a	13,34 a
Sistemas de Labranza (SL)	5,72 **	0,49 ns
Rotaciones	3,55 *	1,06 ns
Coeficiente de variación (CV)	12,55	10,12
Número de observaciones (n)	96	96

Referencias: n: número de observaciones; CV (%): coeficiente de variación; Letras diferentes en un mismo momento indican diferencias significativas entre niveles mediante la Prueba de Duncan ($\alpha \leq 0,05$); ns: sin diferencias significativas. Un asterisco (*) diferencias significativas a un 5% ($P < 0,05$), dos asteriscos (**) diferencias significativas al 1% ($P < 0,01$) y tres asteriscos (***) diferencias significativas al 0,1% ($P < 0,001$).

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

Comparando las variables de suelo, el mejor comportamiento se halló con la estabilidad de agregados que manifestó mayores diferencias estadísticas entre tratamiento que las diferencias halladas con la humedad equivalente.

La estabilidad de agregados bajo SD con respecto a los sistemas de labranza reducida y convencional, demostró en ambas profundidades mejores resultados por los mayores valores que ayudarían a un mejor funcionamiento del suelo.

La estabilidad de agregados en las secuencias de cultivos manifestó la mejor situación bajo el sistema de pasturas implantadas y en las rotaciones de cultivos con mayores cultivos por campaña. La situación más desfavorable resultó para las rotaciones con un cultivo por campaña que aportaron menos rastrojo al suelo

La humedad equivalente fue una variable con menor sensibilidad a detectar diferencias entre los sistemas de labranza y rotaciones evaluadas, manifestando mejores resultados en muestras superficiales donde bajo pasturas perennes y bajo sistemas de siembra directa presentó un mejor desempeño.

Agradecimientos:

En lo que respecta a mi Trabajo Final de Graduación en la modalidad de Pasantía como experiencia, fue algo muy provechoso, ya que logré complementar los conocimientos teóricos obtenidos en esta Facultad con las prácticas realizadas en el laboratorio.

Algo que me gustaría destacar es la relación que entablé con mis compañeros de la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelo, fue algo muy positivo por el simple hecho de haber podido trabajar en equipo que es algo fundamental para lograr el éxito en cualquier proyecto que desee emprender en un futuro como persona y como profesional.

Remarcar la importancia que tiene conocer la metodología aplicada y los pasos a seguir a la hora de realizar los análisis, y con los resultados obtenidos, poder analizarlos y sacar conclusiones.

Personalmente quiero agradecer a mi director, el Ingeniero Agrónomo (Dr.) Humberto Carlos Dalurzo que me enseñó, aconsejó y ofreció su ayuda constantemente en todo este período de aprendizaje.

A mi familia que siempre me apoyó y acompañó con un cariño interminable.

Opinión del Asesor

En el este trabajo la alumna Macarena Cecilia Sanchez Petris se dedicó con interés al tema abordado poniendo dedicación, tiempo y muy buena voluntad en las tareas emprendidas, con buena predisposición en repetir determinaciones analíticas que requirieron chequear los valores hallados las repeticiones de los análisis superaron diferencias mayores de 2,5% entre sí.

Se abocó a sus tareas sin problemas a fin de completar su práctica de laboratorio consultando dudas e inquietudes. y siempre demostró un buen desempeño y adaptación para trabajar en grupo, evidenciado en las tareas diarias y buena dedicación al trabajo durante el desarrollo de la pasantía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Altieri, M. A. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica (Chile)* 54: 371-86.
- Amézketa, E. 1999. Soil aggregate stability: A review. *Jour. of. Sustainable Agriculture* 14: 83-150.
- Boehm, M.M., & D. W. Adreson (1997). A landscape study os soil quality in three praire farming systems. In *Soil Science Society of America Journal* (págs. 1147-1159)
- Conway, G. 1994. Sustainability in Agricultural Development: Tradeoffs Between Productivity, Stability, and Equitability. *Journal for Farming Systems and Research-Extensions* 4: 1-14.
- Doran, JW, M Sarrantonio & MA Liebig. 1996. Soil health and sustainability. In: Sparks, D.L. ed. *Advances in Agronomy*. Academic Press Inc., San Diego, California pp.1-54.
- Etchevers B. J. D. 1999. Indicadores de calidad de suelos. In: *Conservación y restauración de Suelos*. Siebe C., H. Rodarte, G. Toledo, J. D. Etchevers y K. Oleschko (eds.) Universidad Nacional Autónoma de México y Programa Universitario del Medio Ambiente, México, D.F. pp: 239- 262.
- Escobar, E.H.; H.D. Ligier; R. Melgar; H. Matteo & O. Vallejos. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Ediciones INTA. EEA Corrientes. Argentina, 430 pp.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1994. FESLM: an International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. *World Soil Resources Report*. Rome, Italy. 74 p.
- Hart, R. D. 1982. Conceptos Básicos sobre Agroecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.159 p.
- Hénin, S; G Monnier & A Combeau. 1958. Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.* 9: 73-92.
- Ingaramo, OE. 2003. Indicadores físicos de la degradación del suelo. Tesis doctoral. Universidade da Coruña. España. 341 pp.
- Kay, BD. 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. *Adv. Soil Science* 12: 1-52.
- Kemper, WD & RC 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, EJ. 1994. Residue effects on soil physical properties. In: *Managing Agricultural Residues*. Paul Unger Ed. Lewis Publishers. 123-142 p.

- Lal, R. 1998. Soil Quality and Sustainability. En Lal, R. Blum, W. Valentine, C. Stewart, B.A. (eds.), Methods for Assessment of Soil Degradation. CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU. pp. 17-30.
- Larson, W.E., and F.J. Pierce. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. p 175-203. In Evaluation of sustainable management in the developing world. Vol. 2. IBSRAM Proc. 121 (2). Int. Board for Soil Res. and Management, Bangkok. Thailand.
- Le Bissonnais, Y. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodability. I. Theory and methodology. European J. Soil Sci., 47: 425-437.
- Levins, R. and J. H. Vandermeer. 1990. The agroecosystem embedded in a complex ecological community. In: Agroecology. Carroll, C.R., J.H. Vandermeer and P.M. Rosset (eds.) Mc. Graw Hill, U.S.A. pp: 341-362.
- Mbagwu, J. 2004. Aggregate stability and soil degradation in the tropics. Invited presentations Collage on Soil Physics 2003 (págs. 245-252). Trieste, Italy.
- Martínez Trinidad, S.; J. D. Etchevers Barra; H. Cotler Avalos; V. M. Ordaz Chaparro; & F. D. León González. (2007). La agregación del suelo como indicador de calidad en un ecosistema tropical seco. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Edafología.
- Michelena, R. 2011. Degradación de Tierras en la Argentina. Prevención y Control. Buenos Aires, Argentina: Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Montenegro Gonzalez, H., Malagón Castro D. y L. Guerrero. 1990. Propiedades Físicas de los suelos. Subdirección Agrológica. I.G.A.C. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Bogotá .Colombia
- Oades, J. M. (1984). Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. En Plant and Soil 76 (págs. 319-337)
- Porta Casanellas, J., López Acevedo M., C. Roquero. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente.
- Romero Díaz, A., J. M. Quiñonero Rubio, R. Ortiz Silla, A. Sánchez Navarro, M. Fernández-Delgado Juárez, & J. M. Gil Vazquez. 2020. El uso de parámetros edáficos como indicadores de riesgo de erosión. Rambla de Las Moreras, Murcia, SE de España. In Congreso Internacional sobre Desertificación.
- Pieri, C. 1989. Fertilité des terres de savanes. Ministère de la Coopération et CIRAD-IRAT. Paris, Francia.
- Seybold, C. A. & J. E. Herrick. 2001. Kit de estabilidad de agregados para evaluaciones de calidad del suelo.
- Studdert, G.A. y H.E. Echeverría. 2000. Soja, girasol y maíz en los sistemas de cultivo del sudeste bonaerense. Pp. 407-437. En: F.H. Andrade & V. Sadras (eds.) Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA - Facultad de Ciencias Agrarias (UNMP). Advanta Semillas SAIC.

Soil Science Society of America. 1997. Glossary of Soil Science Terms 1996. Soil Science Society of America. Madison WI. 138 p.

Taboada, M. A., & Alvarez., C. R. (2008). Fertilidad Física de los suelos. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Venialgo, C; A Sosa; NC 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/wCA057.pdf (accessed Mar 2021).