



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

Trabajo Final de Graduación Modalidad “Pasantía”

Título:

“Densidad aparente ante diferentes usos del suelo”

Federico Weyland

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

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

Año: 2022

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios y a mi familia por estar y apoyarme en cada paso dado y brindarme siempre lo mejor para poder lograr mis objetivos y mi meta que fue recibirme de Ing. Agrónomo. A mis amigos y compañeros de la Facultad, pilares fundamentales para no decaer en este camino.

Agradecimiento especial a mi asesor Ing. Agr. (Dr.) Humberto Carlos Dalurzo por su predisposición, en brindarme todos los conocimientos y ayudarme de manera incondicional en cada paso que tuve que realizar a lo largo de las prácticas profesionalizantes como así también en la vida personal, por su gran motivación a seguir aprendiendo y formarme en esta hermosa carrera.

También doy gracias a todos los miembros de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE; como los integrantes del Centro de Estudiantes, Alumnado, personal de la Biblioteca BAUNE, y a todo el cuerpo no docente de esta querida institución que trabajan incansablemente para el bienestar y confort de los estudiantes, en un ambiente agradable y acompañados durante nuestra formación en esta casa de estudios.

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	6
LUGAR DE REALIZACIÓN	6
DESCRIPCION DE LAS TAREAS A DESARROLLADAS.....	12
RESULTADOS OBTENIDOS	15
COMENTARIOS FINALES	17
BIBLIOGRAFÍA	18
OPINION DEL ASESOR	19

INTRODUCCIÓN:

El suelo debe ser considerado como un sustrato heterogéneo, constituido por tres fases (sólida, líquida y gaseosa) donde cada una de estas ellas influye en el suministro de nutrientes. El hombre a través del manejo agrícola o ganadero modifica las fases, lo cual influyen en la calidad física del suelo. La condición física del suelo tiene, por lo tanto, incidencia sobre procesos edáficos químicos y biológicos, y es fundamental para la definición de la calidad del suelo (Dexter, 2004).

Una de las medidas más comunes para conocer el estado físico de un suelo es la densidad aparente. La densidad aparente se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso (Pinot, 2000). También se puede definir como la masa de suelo por unidad de volumen (g cm^{-3} o Mg m^{-3}). Esta variable describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso (Keller & Håkansson, 2010).

La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los que presentan elevadas cantidades de arcillas expandentes (Taboada & Álvarez, 2008).

Para medir la densidad aparente se retira del campo una muestra de suelo de volumen conocido y se seca en el horno a 105°C , hasta que alcanza un peso constante. Luego se procede al cálculo de la misma.

El cálculo de la densidad aparente exige conocer la fracción de peso y volumen de suelo que corresponde a la tierra fina, lo que exige determinar el volumen ocupado por las fracciones minerales y orgánicas gruesas, y el peso de cada una de ellas. La densidad aparente de la tierra fina tiene una gran importancia desde el punto de vista del manejo y ecología del suelo, así como para referir a volúmenes de suelo los datos de laboratorio y realizar evaluaciones relativas a los ciclos biogeoquímicos de los elementos. A nivel de ecosistema el análisis de los flujos de agua y nutrientes se hace

normalmente sobre la base de superficies y volúmenes (Flint & Childs, 1984; Muller & Hamilton, 1992).

La densidad aparente del suelo es un buen indicador de propiedades importantes del suelo, como son: la compactación, porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración, lo que condiciona la circulación de agua y aire en el suelo, los procesos de establecimiento de las plantas (emergencia, enraizamiento) y el manejo del suelo. La densidad aparente afecta al crecimiento de las plantas debido al efecto que tienen la resistencia y la porosidad del suelo sobre las raíces. Con un incremento de la densidad aparente, la resistencia mecánica tiende a aumentar y la porosidad del suelo tiende a disminuir, con estos cambios limitan el crecimiento de las raíces a valores críticos. Los valores críticos de la densidad aparente para el crecimiento de las raíces, varían según la textura que presenta el suelo y de la especie de que se trate. Los valores bajos de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, lo que permite un buen desarrollo de las raíces. Los valores altos de densidad aparente son propios de suelos compactos y poco porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta del agua, lo cual puede provocar anegamiento, anoxia y que las raíces tengan dificultades para elongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios. En estas condiciones, el desarrollo y crecimiento de las plantas es impedido o retardado consistentemente (Donoso Zegers, 1992).

Para la toma de muestras de densidad aparente el método más utilizado para su determinación es el conocido método del cilindro, que consiste en introducir un cilindro metálico en el suelo y luego de emparejar y alisar sus extremos superior e inferior una vez extraído, determinar la masa de suelo seco que quedó en su interior (Blake & Hartge, 1986; Campbell & Henshall, 1991). Este método es altamente confiable (Blake & Hartge, 1986), aunque sólo para suelos blandos y cohesivos muestreados con contenido de agua cercano a capacidad de campo, no siendo recomendado para suelos arenosos y pedregosos (Campbell & Henshall, 1991).

En las últimas campañas agrícolas en la provincia se produjeron numerosos incendios los cuales dejan consecuencias diversas en las propiedades del suelo. El impacto del fuego sobre los suelos, depende de numerosos factores, tales como: tipo de vegetación presente, intensidad y severidad del fuego, tipo de suelo, contenido de humedad en el momento de la quema, duración e intensidad de precipitación pos incendio y calidad y grado de incorporación de cenizas (Agee 1993; DeBano et al. 1998).

OBJETIVO:

Adquirir destreza en la determinación de densidad aparente de un suelo clasificado como Argiudol Ácuico y evaluar la variación de esta variable luego de un incendio.

Lugar de Realización:

Para ello se empleó un ensayo instalado en la E.E.A. INTA Corrientes (**Figura 1**), donde se evaluaron diferentes tipos de labranzas y secuencias de cultivos. Se extrajeron las muestras para evaluar los diferentes tipos de labranzas y secuencias de cultivos. Las determinaciones analíticas del suelo se realizaron para determinar su respuesta a la aplicación de prácticas contrastantes que fueron evaluadas en la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos de la FCA - UNNE.



Figura 1: Imagen aérea del lugar de toma de muestras. EEA INTA Corrientes.

Caracterización climática

El clima de Corrientes es subtropical, cálido en verano, pero con heladas en invierno (Figura 2). Cuenta con clima húmedo, con excesos hídricos desde fin de verano y otoño y deficiencia de precipitaciones en invierno y comienzo de primavera.

La temperatura media anual en la provincia fluctúa entre 19,5°C y 22°C, encontrándose más próxima a 22°C durante la mayoría de los años (Escobar et al., 1996).

Las isothermas del mes más cálido del verano fluctúan entre 26°C y 27,5°C y las del mes más frío del invierno, entre 13,5°C y 16°C. Las temperaturas de verano son más homogéneas que las de invierno. La amplitud anual promedio es de 12°C, propia de los climas subtropicales.

Los rangos de la amplitud anual de la temperatura media en la provincia se encuentran entre 10 y 14°C. Las precipitaciones se distribuyen en forma

irregular en todo el territorio: varía entre los 1.000 mm anuales hasta los 1.500 hacia los límites con Misiones.

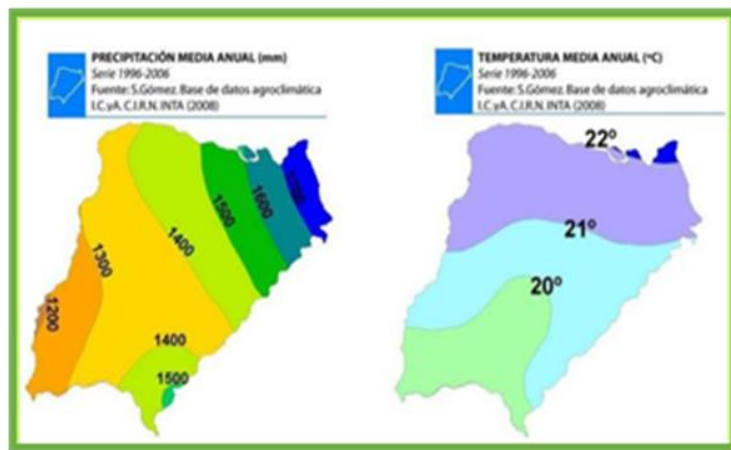


Figura 2: Precipitación media anual (mm) y temperatura media anual (°C) en la Provincia de Corrientes. Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (citado por Panigatti, 2010)

Caracterización edáfica:

El suelo del ensayo correspondió a la Serie Treviño moderadamente bien drenada, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcable por cortos períodos. Este suelo fue clasificado como Argiudol Ácuico, con un horizonte superficial mólico de 40 cm de espesor, que incluye un BA_t; franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (B_t), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado de color negro y reacción neutra. Presenta moteados y concreciones de hierro-manganeso que comienzan a los 17 cm con una profundidad efectiva que llega hasta 65 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.

Los datos del perfil de la Serie Treviño se presentan en la Tabla 1 (Escobar et al., 1996).

Tabla 1: Datos del perfil de la Serie Treviño (Escobar et al., 1996).

HZTE.	PROF. cm.	GRANULOMETRIA					CATIONES DE CAMBIO								
		M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Arena							
								Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T	PSI
			%					meq/100g							
A1	0/17	1,72	11,6	21,5	64,7	2,2	5,6	3,5	2,9	0,1	0,3	1,0	6,8	100	3,8
A2	17/30	1,09	13,7	21,4	63,1	1,8	5,8	5,7	2,4	0,1	0,4	1,0	7,3	100	4,1
BA _t	30/39	1,16	20,0	22,3	55,4	2,3	6,0	8,9	2,9	0,1	0,5	2,6	13,9	89	3,3
B _t 1	39/66	0,90	32,6	16,1	49,6	1,7	6,3	13,9	3,9	0,2	0,8	3,2	20,2	93	3,6
B _t 2	66/87	0,66	32,9	16,6	48,4	2,1	7,0	14,6	4,0	0,3	0,7	1,4	20,8	94	3,3
B _{tk}	87/+	0,28	30,5	16,6	51,4	1,5	7,4	14,2	4,1	0,3	0,7	1,5	18,6	100	3,3

Referencias: MO: materia orgánica, Ca: calcio, Mg: magnesio, K: potasio, Na: sodio, S: suma bases intercambiables; H: acidez intercambiable; T: capacidad de intercambio catiónico (suma de S y H); S/T= (V): porcentaje de bases cambiables, cociente entre bases intercambiables y capacidad de intercambio catiónico; PSI: porcentaje de sodio intercambiable, cociente entre sodio intercambiable y la capacidad de intercambio catiónico.

Posteriormente el suelo fue reclasificado según las modificaciones del Soil Taxonomy como Argiudol Acuertico (Panigatti, 2010). Ver figura 3.



Información brindada por: Ing. Agr. Daniel Ligler y Lic. Fabiana Navarro (INTA EEA Corrientes).

Figura 3. Características del suelo. (Panigatti, 2010)

La práctica y entrenamiento realizado en esta Pasantía, se efectuó en un diseño experimental de larga duración que realizó la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos conjuntamente con la EEA INTA Corrientes iniciado en el año 2004.

La finalidad de usar este ensayo previo fue la de contar con situaciones contrastantes en un mismo sitio con la certeza de la historia de cada parcela.

El citado ensayo empleado fue en parcelas completamente aleatorizadas (DCA) en un arreglo factorial (3 x 4), donde los factores 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 de rotaciones. Rotación 1 (R1) con un cultivo por año: Maíz-Descanso (M-D), rotación 2 (R2) con dos cultivos por año: Maíz-Avena (M-Av), rotación (R3) con tres cultivos por año: Maíz-Caupí-Avena (M-Ca-Av) y la rotación 4 (R4) con pastura perenne (Pasto cambá).

Los tratamientos fueron doce (Tabla 1), cada uno con cuatro repeticiones y totalizando 48 unidades experimentales, y el tamaño de la parcela utilizada fue de 140 m².

Tabla 2. Descripción de los tratamientos y acrónimos usados en el ensayo realiado por la catedra de Manejo y Conservacion de suelo de la FCA y la EEA INTA Corrientes en un ensayo de larga duracion.

Sistemas de labranzas	Secuencias de cultivos	Tratamientos
Labranza convencional (LC)	1 cultivo por año: maíz-descanso	LC-R1 (1)
	2 cultivos por año: maíz-descanso-avena	LC-R2 (2)
	3 cultivos por año: maíz-caupí-avena	LC-R3 (3)
	4 pasto cambá	LC-R4 (4)
Labranza Reducida (LR)	1 cultivo por año: maíz-descanso	LR-R1 (5)
	2 cultivos por año: maíz-descanso-avena	LR-R2 (6)
	3 cultivos por año: maíz-caupí-avena	LR-R3 (7)
	4 pasto cambá	LR-R4 (8)
Siembra Directa (SD)	1 cultivo por año: maíz-descanso	SD-R1 (9)
	2 cultivos por año: maíz-descanso-avena	SD-R2 (10)
	3 cultivos por año: maíz-caupí-avena	SD-R3 (11)
	4 pasto cambá	SD-R4 (12)

Manejo y seguimiento del trabajo realizado en la EEA INTA Corrientes con la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos de la FCA desde la campaña 2004:

Los sistemas de labranzas empleados fueron:

- **Labranza convencional (LC):** Se preparó el suelo previo a la siembra de los mismos con remoción e incorporación de rastrojos por método mecánico, para ello se utilizó una rastra de disco de tiro excéntrico, realizando cuatro pasadas y además una rastra de dientes para la preparación de la cama de siembra.
- **Labranza reducida (LR):** La operación de labranza consistió en la semi- incorporación de rastrojos del cultivo, dejando parte de los mismos en superficie. Esta labor se realizó con dos pasadas sucesivas con una rastra de discos.
- **Siembra Directa (SD):** El manejo de las malezas se realizó con herbicidas dejando los rastrojos en superficie.

Los cultivos empleados fueron:

- ❖ **Caupí** (*Vigna unguiculata L.*), Época de siembra: primera quincena de febrero. Densidad de siembra 60.000 semillas ha⁻¹. Espaciamiento: 0,7 m entre líneas.
- ❖ **Avena negra** (*Avena strigosa L.*), variedad avena negra. Época de siembra: primera quincena de mayo, al voleo con una densidad de 80 kg de semilla ha⁻¹.
- ❖ **Maíz amarillo** (*Zea mays L.*). Época de siembra: primera quincena de septiembre. Densidad: 12 kg de semilla ha⁻¹, Espaciamiento: 0,7 m entre líneas.
- ❖ **Pasto Cambá** (*Paspalum atratum*) sembrado en líneas, la segunda quincena del mes de Septiembre.

Descripción de las tareas desarrolladas:

Para la determinación de la densidad aparente, si bien existen varios métodos, el más utilizado es el Método del Cilindro. (Blake and Hartge, 1986). El cual se utilizó para estas determinaciones.

Una de las desventajas de tomar la muestra con el cilindro, es que el valor puede variar con el tamaño del cilindro, siendo mayor la densidad cuando menor es el tamaño del cilindro, a causa de que no se captan la totalidad de los poros, es por ello que se utilizaron cilindros de $99,52 \text{ cm}^3$, conectado a dos piezas ensambladas a cada extremo, y al extraerlos del suelo se los emparejaron en sus extremos. (Pla, 1983).

Se tomaron dos muestras en dos profundidades de 0-7 cm y 7-20 cm (**Figura 4**) por parcela, completamente al azar. Luego esas muestras se las llevaron al laboratorio para tomar el peso seco de los mismos a 105°C durante 24 hs.

En total se tomaron 192 muestras antes del incendio y 192 muestras después del incendio.

Al emplear este ensayo en macroparcels que fue afectado por la quema desde campos vecinos, se hicieron las mediciones de densidad aparente en las 48 parcelas.



Figura 4. A profundidad de 0-7cm. B profundidad 7-20 cm

El procedimiento consistió, en ubicar el instrumento en cada parcela y tomar las muestras en ambas profundidades a 10 metros de los extremos de cada lote, es decir un total de 4 muestras por parcela.

En laboratorio, se prepararon y acondicionaron en bandejas rotuladas para luego llevarlas a estufa (Figura 5). Se pesaron los recipientes y registraron los valores para posteriormente llevar la muestra preparada a estufa a 105°C por 24 hs hasta peso constante, tal como se muestra en la Figura 6. Con estos valores de peso del recipiente y peso seco se obtuvieron los valores de DA a calcular con los volúmenes correspondientes.



Figura 5. A muestras acondicionadas traídas del campo. B : muestras listas para llevar a estufa.



Figura 6. Muestras en estufa a 105° C.

Debido al elevado número de muestras que se contó al finalizar este trabajo se incluye un procesamiento de las muestras por un análisis de varianza y una Prueba de t.

Con los datos obtenidos se aplicó el análisis de “t” de Student de muestras apareadas, para detectar posibles cambios posteriores a la quema. Para definir diferencias en las variables entre los tratamientos de labranzas y rotaciones se aplicó el análisis de variancia con la Prueba de Duncan ($P < 0,05$).

RESULTADOS OBTENIDOS:

La DA en la profundidad de 0-7 cm manifestó con un nítido incremento en sus valores, de 1,44 a 1,58 g cm⁻³ (Tabla 3) luego del incendio, con diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$). Esa densificación del suelo implicó un incremento del peso de la ha de 1.008 Tn a 1.106 Tn para dicha profundidad.

En cambio, en la profundidad de 7-20 cm se observó que no hubo modificaciones en sus valores promedios ya que se mantuvieron en 1,61 a

1,62 g cm⁻³ luego de 13 y 14 años de agricultura y del efecto del incendio (Tabla 4).

Tabla 3: Densidad aparente (Blake and Hartge, 1986). de las muestras de 0 a 7 cm de profundidad antes del incendio (en 192 muestras) y luego del incendio (en 192 muestras de suelos)

	DA de 0-7 cm previo al incendio.	DA de 0-7cm posterior al incendio.
Promedios	1,44	1,58
Valor de t	9,57	
Desvío estándar	0,0138	
Probabilidad	0,0001	

Tabla 4: Densidad aparente (Blake and Hartge, 1986). de las muestras de 7 a 20 cm de profundidad antes del incendio (en 192 muestras) y luego del incendio (en 192 muestras de suelos)

	DA de 7-20 cm previo al incendio	DA de 7-20 cm posterior al incendio.
Promedios	1,61	1,62
Valor de t	0,84	
Desvío estándar	0,0108	
Probabilidad	0,40	

Se comprobó que ante el efecto de incendios se incrementó la densidad aparente, que afecta al funcionamiento del suelo.

Ante posibles cambios de los atributos del suelo bajo sistemas de labranza o rotaciones se analizaron los resultados que se presentan en la Tabla 5 donde la DA muestra que hubo cambios ante los distintos sistemas de laboreo en ambas profundidades con bajos CV que variaron del 4,46 al 3,76 %.

En la primera profundidad se halló una menor DA y mejor condición del suelo para su funcionamiento en SD con valores de 1,55 g cm⁻³ que bajo LC y LR,

que presentaron valores de 1,59 y 1,58 g cm⁻³ respectivamente, significativos a un nivel de probabilidad P<0,0255 (Szymitowski, et al.,2023).

Las secuencias de cultivos en los 3 sistemas de labranzas, y ambas profundidades, de 0-7 cm y de 7-20 cm de profundidad no presentaron diferencias significativas entre sí (Tabla 5).

En la segunda profundidad (7-20 cm) la DA fue mayor bajo LC con 1,64 g cm⁻³ respecto a la LR que alcanzó un valor medio de 1,60 g cm⁻³, relacionado al mayor uso de maquinarias que pudo afectar al espacio poroso del suelo (P<0,041) y la SD presentó valores intermedios, sin diferencias significativas con el resto de los tratamientos de sistemas de labranzas.

Tabla 5: Análisis de la varianza de la densidad aparente (DA) e interacciones entre los factores y medias por sistemas de labranzas (SL) y secuencias de cultivos.

Factor		0-7 cm	7-20 cm
Labranza Convencional (LC)		1,593 a	1,64 a
Labranza Reducida (LR)		1,585 a	1,60 b
Siembra Directa (SD)		1,548 b	1,63 ab
Rotación de 1 cultivo/año (R1)		1,57 a	1,62 a
Rotación de 2 cultivos/año (R2)		1,58 a	1,61 a
Rotación de 3 cultivos/año (R3)		1,56 a	1,64 a
Rotación con pastura perenne (R4)		1,58 a	1,63 a
Sistemas de Labranza (SL)		3,83 *	3,32 *
"F"	Secuencias	0,75 ns	1,43 ns
Coeficiente de variación (Cv)		4,46	3,76
Número de observaciones (n)		96	96

Referencias: Letras diferentes en un mismo momento indican diferencias significativas entre niveles mediante la Prueba de Duncan ($\alpha \leq 0,05$); ns: sin diferencias significativas; * < 5%; ** < 1%; *** < 0,01%.

La densidad aparente de 0-7 cm indicó mejores condiciones de calidad del suelo posteriores a los incendios en los tratamientos bajo SD.

Con respecto a la evaluación de los diferentes tratamientos de sistemas de rotaciones no se hallaron diferencias significativas entre ellos, para ambas profundidades.

COMENTARIOS FINALES:

Con el presente trabajo se logró adquirir la suficiente destreza en la determinación de la densidad aparente del suelo que permitió evaluar su comportamiento ante diferentes historiales agrícolas que fueron desde diferentes sistemas de labranzas, de rotaciones de cultivo y efectos de un incendio circunstancial ocurrido en el sitio, complementando mi formación profesional.

BIBLIOGRAFÍA:

- Agee, J. K. 1993. Fire ecology of Pacific Northwest forest. Island Press. Washington DC, USA
- 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.
- Campbell, D.J and J.K. Henshall. 1991. Bulk Density. In: KA Smith & CE Mullins (eds). Soil Analysis. Pp. 329-366. Marcel Decker Inc., New York, New York, USA
- DeBano, L. F., D. Neary, and D. G. Ffolliott. 1998. Fire's effects on ecosystems. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 352 páginas.
- Dexter, A.R. and M. Birkas. 2004. Prediction of the soil structures produced by tillage. Soil Till.Res.79:233-238
- Donoso Zegers, C.1992.Ecología forestal. Editorial Universitaria, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Escobar, E.H.; H.D. Ligier; R. Melgar; H. Matteio and O. Vallejos. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Ediciones INTA. EEA Corrientes. Argentina, 430 pp.
- Flint, A.L. and S. Childs.1984. Development and calibration of an irregular hole bulk density sampler. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:374-378.
- Keller, T. and I. Håkansson. 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. Geoderma 154: 398-406
- Muller R. N. and M.E. Hamilton. 1992. A simple, effective method for determining the bulk density of stony soils. Communications in soil science and plant analysis 23: 313-319.
- 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. Alcances N°32. Maracay (Venezuela). 90 pág.
- Pinot, R, H. 2000. Manual de Edafología. Ed.Computech. Chile.
- Szymitowski, C.A., H.C. Dalurzo, N.I. Stahringer,F. Weyland, Y. Lovey. 2023. Contenidos orgánicos y densidad aparente del suelo bajo diferentes sistemas de labranzas y rotaciones en un Argiudol de Corrientes afectados por un incendio. XXVIII Reunión De Comunicaciones Científicas y de Extensión 2,3 y 4 de Agosto 2023. ISBN 978-987-3619-92-2 32 p
- Taboada, M.A. and C.R. Álvarez. 2008. Fertilidad física de los suelos.2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Opinión del asesor:

En el presente trabajo el alumno: Sr. Federico Weyland se dedicó con interés al tema abordado, poniendo dedicación, tiempo y muy buena voluntad en las tareas emprendidas.

Durante el desarrollo del mismo, dedicó la mayor parte de su tiempo en poner mucho empeño en buscar y solucionar los problemas que se presentan normalmente en las tareas de campaña y en las tareas de gabinete. Es apropiado aclarar que, siempre demostró un muy buen desempeño evidenciado en las tareas diarias durante el desarrollo de la pasantía y muy buena adaptación para trabajos grupales.