

Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

Fraccionamiento físico de la materia orgánica particulada del suelo

Alumno: Sr. Claudio Alberto Szymitowski

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

Tribunal evaluador:

- **Ing. Agr. Walter Martinez**
- **Ing. Agr. (Dra.) Carolina Fernández López**
- **Ing. Agr. Silvia Arzuaga**

Año 2023



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

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.

A mi asesor Ing. Agr. (Dr.) Humberto Carlos Dalurzo por su predisposición, en brindarme conocimientos y ayudarme de manera incondicional en cada paso que tuve que realizar a lo largo de las prácticas profesionalizantes y en mi 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, de Limpieza, a todos aquellos que forman parte de ella.



INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS	10
OBJETIVO GENERAL:	10
OBJETIVO ESPECÍFICO:.....	10
LUGAR DE REALIZACIÓN	11
MATERIALES Y MÉTODOS	15
RESULTADOS OBTENIDOS	18
CONCLUSIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
BIBLIOGRAFIA	23

INTRODUCCIÓN

El uso prolongado del suelo con fines agrícolas, la remoción en su preparación para la producción de cultivos en forma continua lleva a la disminución de la materia orgánica total (MOT) edáfica y la degradación de otras propiedades relacionadas a ésta, como ser la agregación, la porosidad y el movimiento del agua. Todo esto, lleva a una disminución de la capacidad productiva del recurso edáfico, pérdida de calidad y sustentabilidad.

La calidad de suelo es la capacidad que posee para funcionar dentro de ciertos límites del ecosistema, sustentar la productividad biológica, mantener la calidad del agua y del aire, y promover la salud de las plantas, los animales y los seres humanos (Doran & Parkin, 1994). La calidad del suelo puede ser evaluada a través de indicadores de calidad entre los cuales figuran la materia orgánica total y dentro de ella la materia orgánica particulada (Karlen et al., 1997).

La materia orgánica particulada (POM) incluye por definición el carbono (C) de la biomasa microbiana y de la fauna del suelo las cuales fueron originadas en su mayoría de los restos vegetales. Algunos de los nombres que le fueron asignados son: C mineralizable (Campbell, 1978), materia orgánica particulada (Cambardella & Elliot, 1992), materia macroorgánica (Gregorich & Ellert, 1993), materia orgánica gruesa (Tiessen et al., 1994), materia orgánica en macroagregados (Buyanovsky et al., 1994; Angers & Giroux, 1996), y fracción liviana de la materia orgánica (Gregorich & Janzen, 1996). Dichas fracciones poseen típicamente un tiempo de descomposición que varía de unos pocos años a varias décadas y fue señalada como un promisorio indicador de calidad de suelos.

La POM también fue definida como la fracción lábil orgánica constituida particularmente por material vegetal descompuesto, hifas de hongos, esporas, granos de polen (Cambardella & Elliott, 1992). Se encuentra dentro de la fracción del suelo de tamaño de 2,0 a 0,053 mm, retenida entre un tamiz con malla de N°35 y N°270 respectivamente, después de haber dispersado el suelo.

La fracción POM consiste en trozos de residuos vegetales parcialmente descompuestos y tiene una densidad menor a $1,85 \text{ g cm}^{-3}$ y una relación C/N de 20 (Greenland & Ford, 1964.)

Las fracciones más lábiles de la MO, como la POM fueron mencionadas por varios autores como tempranas e importantes indicadores de la calidad del suelo y por ende de la

sustentabilidad de los agroecosistemas (Doran & Parkin, 1996; Galantini & Suñer, 2008; Duval et al., 2013).

En los suelos de pastizales nativos, el C de la POM puede representar hasta el 48% del C total del suelo y el 32% del N total (Greenland & Ford, 1964). En praderas nativas en el oeste de Nebraska el 39% del C orgánico total de los 20 cm superiores está asociado a la fracción de la POM (Cambardella & Elliott, 1992).

La POM ha demostrado ser mucho más sensible que la materia orgánica del suelo (SOM) a los cambios en el manejo agrícola (Cole, C.V., K. Paustian, E.T., Elliott, et al. 1993) y, como tal, ha sido sugerida como un indicador de la calidad del mismo (Gregorich & Ellert, 1993).

Shukla et al. (2005) expresaron que el uso del suelo, tanto los sistemas de cultivo como las prácticas de manejo, producen cambios en las distintas propiedades y esos cambios edáficos pueden conocerse a través de la determinación de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas que pueden actuar como indicadores de calidad de suelo.

Six et al. (2000), en suelos bajo labranza convencional y labranza cero, evaluando los efectos sobre la agregación del suelo y el contenido de materia orgánica particulada gruesa y fina, enfatizaron la importancia de las interacciones y la dinámica de la MO en los agregados respecto al secuestro de carbono en los suelos. Bajo siembra directa (SD) en comparación con la labranza convencional se produjo un ciclado más lento de los materiales orgánicos del suelo, lo cual resultó en un secuestro de carbono derivado de los microagregados estables formados dentro de los macroagregados. Por ello, otro atributo que puede evaluarse como resultado del uso del suelo, del manejo de los sistemas de cultivo es la consecuencia sobre la distribución de tamaños de agregados del suelo.

El contenido de C y la calidad de la POM pueden brindar información más precisa de la dinámica del N que el mismo contenido de N (Curtin & Wen, 1999). Altos contenidos de N en la POM están asociados con una acentuada capacidad potencial de aportar N (Koutika et al., 2001).

La materia orgánica estable se encuentra significativamente correlacionada con la fracción fina del suelo y es menos sensible a las prácticas agrícolas (Buschiazzi et al., 1991; Quiroga et al., 1996; Galantini et al., 2004). En cambio, la POM está más relacionada con el manejo y los efectos son más notorios en los suelos de textura fina. Por este motivo, se

proponen las relaciones entre MOT, POM y arcilla como indicador del efecto de las prácticas agrícolas sobre estos suelos (Galantini, J.A. & L. Suñer, 2008).

Definición de M.O

La MO está compuesta elementalmente por C, H, O, N, P y S en cantidades variables, lo que hace difícil una evaluación directa de su contenido en el suelo (Rosell et al., 2001; Carreira, 2005). La mayoría de los métodos analíticos cuantifican el carbono orgánico (CO), con el que se puede estimar la MO utilizando factores adecuados para cada suelo (Galantini et al., 1994).

La MO se encuentra en el suelo en un continuo estado de transformación, donde no existen límites definidos y desde el punto de vista conceptual es importante fijarlos. Se pueden definir varios compartimentos discretos con una relación negativa entre tamaño y velocidad de descomposición, donde las fracciones más abundantes se descomponen más lentamente (Smith et al., 1999).

Fracciones orgánicas

En esta mezcla heterogénea de material orgánico no existen límites definidos; sin embargo, desde el punto de vista funcional y conceptual es importante fijarlos. Es posible definir varios compartimentos discretos con una relación inversa entre su tamaño y su velocidad de descomposición, donde las fracciones más abundantes se descomponen más lentamente. La disponibilidad para los microorganismos de cada uno de estos compartimentos dependerá de su composición química, relación C:N, estado de humificación y ubicación dentro de la matriz del suelo (Sollins et al., 1999, Balesdent et al., 2000). La variación de las fracciones lábiles, que representan una pequeña, pero muy activa parte de la materia orgánica, será muy difícil de detectar si se analiza el total de MO y no las diferentes fracciones. Estas fracciones son indicadores sensibles del efecto de los diferentes manejos agronómicos y sus contenidos de N, P, K, S, etc. están directamente relacionados con la disponibilidad de nutrientes para los cultivos (Gregorich, Ellert, 1993).

Desde el punto de vista productivo y de la calidad del suelo, la dinámica de la MO total aporta muy poco para el estudio de los efectos de las prácticas agronómicas de corto plazo (Tan et al., 2007). Esto se debe a que las fracciones orgánicas más abundantes en el suelo son las de ciclado más lento, por ello se necesita gran cantidad de años para observar esas diferencias. En cambio, las fracciones lábiles son más sensibles a los efectos del uso de la tierra, motivo por el

cual pueden utilizarse como indicadores tempranos del efecto de la rotación de cultivos, de la fertilización o del sistema de labranza sobre la calidad del suelo (Haynes, 2000; Six et al., 2002).

Generalmente se utiliza el término fracción para describir un componente medible de la MO. En cambio, el término compartimiento o reserva (o pool) es utilizado para separar teóricamente componentes con diferente cinética. En los resultados que se presentan, se mencionará como fracción lábil el compartimiento teórico más dinámico de la MO del suelo, que puede incluir fracciones separadas física, química y/o bioquímicamente, como, por ejemplo, MO particulada (MOP) o liviana (MOL) (Galantini, J.A. & L. Suñer).

Fraccionamiento de la M.O

Es posible definir varios compartimentos discretos con una relación inversa entre su tamaño y su velocidad de descomposición, donde las fracciones más abundantes se descomponen más lentamente. La disponibilidad para los cultivos de cada uno de estos compartimentos dependerá de su composición química, relación C:N, estado de humificación y ubicación dentro de la matriz del suelo (Solins et al., 1999, Balesdent et al., 2000).

En este sentido de la región semiárida pampeana Galantini et al. (1992) observaron sistemas de producción contrastantes tenían pequeñas diferencias en el contenido materia orgánica total, pero diferencias significativas en la materia orgánica "joven" o lábil, lo que se reflejaba en un aumento del rendimiento en grano y la cantidad nitrógeno tomada por el cultivo.

Numerosos trabajos han encontrado que el fraccionamiento de la materia orgánica ayuda a detectar diferencias debidas al sistema de labranza, a la rotación de cultivos, cultivos de cobertura, a la fertilización, época del año, etcétera (Galantini et al., 2004; Duval et al., 2015).

La SOM puede ser definida como una serie de fracciones a lo largo de un continuo de descomposición. Su balance es mantenido por el aporte del mantillo al suelo, el cual ingresa al mismo como POM. Conceptualmente, la POM, a la que algunos autores también la denominan materia macroorgánica (Willson et al., 2001), es la fracción transitoria de la SOM que, en ese continuo de transformación, se encuentra en un estado intermedio entre el mantillo más o menos reciente y la materia orgánica humificada (MOH) y estable. Analíticamente, la POM es una fracción de la materia orgánica total (MOT), factible de ser aislada físicamente y definida

por un rango de tamaño (e.g. 0,053 a 2,0 mm), retenida sobre un tamiz de 0,05 mm luego de que el suelo ha sido dispersado (Cambardella et al., 2001).

La POM es un compuesto dinámico del suelo y una importante fuente de CO y nutrientes. Por tratarse de una fracción más lábil que la MOH o asociada a la fracción mineral fina, responde selectiva y rápidamente a los cambios en el uso y el manejo del suelo (Biederbeck et al., 1994; Six et al., 2002; Plante et al., 2006). Por tal razón, la POM se ha considerado como un potencial indicador temprano de los cambios de la calidad del suelo, además de su preponderante rol en el control de funciones claves del mismo (Doran & Parkin, 1994).

Tipos de fraccionamiento

Una separación útil debería permitir aislar fracciones de la MO de forma tal que tengan un significado funcional diferente, que sean sensibles para detectar efectos de corto plazo de los diferentes sistemas de producción y que aporten información relevante sobre el ciclado y la disponibilidad de nutrientes. El fraccionamiento ideal debería permitir de manera simple la extracción completa de un determinado material orgánico en todos los suelos, sin alteraciones ni contaminantes. En la práctica esto no se ha logrado y difícilmente se logre en corto plazo.

Conceptualmente se pueden diferenciar dos fracciones con características y propiedades marcadamente diferentes: los residuos orgánicos, material vegetal y animal en diferentes fases de su transformación, que pueden representar entre 5 y 35% del carbono del suelo; el material humificado con peso molecular relativamente elevado, amorfo, coloidal y coloración amarilla a oscura. Ésta es la fracción más estable y puede representar de 50 a 85% del material orgánico del suelo (Galantini, J.A. & L. Suñer).

La separación de estos materiales se puede basar en las características químicas de los materiales orgánicos, como en su composición o reactividad, así como en aspectos físicos asociados a su ubicación en el ambiente edáfico, su tamaño o su densidad. En este sentido, existe una amplia variedad de alternativas interrelacionadas que se pueden agrupar en: fraccionamiento químico, bioquímico, físico de partículas y/o de agregados, isotópico y conceptual (Andriulo et al., 1990).

El fraccionamiento químico se aplica para determinar el tipo y la cantidad de elementos y componentes moleculares en la MO, ya sea para caracterizarla como para estudiar sus interacciones con los constituyentes naturales o agregados al suelo.



El fraccionamiento físico de los componentes orgánicos del suelo se basa en el rol de los minerales edáficos dentro de la estabilización y el ciclado de la MO. Se lo puede considerar químicamente menos destructivo y sus resultados directamente relacionados con la estructura y función de la MO in situ.

El nombre de las fracciones orgánicas separadas por métodos físicos generalmente está asociado con características del material aislado, aspectos operacionales o conceptuales (Elliott & Cambardella, 1991; Gregorich & Ellert, 1993). Se la ha denominado: materia orgánica “joven” (MOJ), “particulada” (POM), “liviana” (MOL), “libre”, “activa”, “macro-materia orgánica”, etc. La definición se desprende de todas estas denominaciones: es el material orgánico más joven y activo del suelo, compuesto por partículas de mayor tamaño que el humus, en forma libre en la matriz mineral, y por eso es más liviana que los complejos órgano-minerales.

La información obtenida a través de estos métodos es útil para el estudio de la dinámica de la MO en muy corto plazo (Galantini, J.A. & L. Suñer).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Adiestramiento en prácticas de laboratorio para relevar información sobre indicadores de calidad del suelo como la materia orgánica particulada.

Objetivo específico:

- Adquirir entrenamiento en determinación de materia orgánica particulada en un Argiudol Acuértico el nordeste argentino para determinar la calidad de suelos bajo diferentes sistemas de labranzas y rotaciones de cultivos.

LUGAR DE REALIZACIÓN

Se empleó un ensayo instalado en la E.E.A. INTA Corrientes (Figura 1), en un suelo perteneciente a la Serie Treviño, clasificado como Argiudol Acuértico. Se extrajo 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 evaluados en la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos de la FCA - UNNE.



Figura 1: Imagen aérea del lugar de toma de muestras. INTA El Sombrerito

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. Las isotermas del mes más cálido del verano están 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 y, la amplitud anual promedio, de 12°C, es 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.

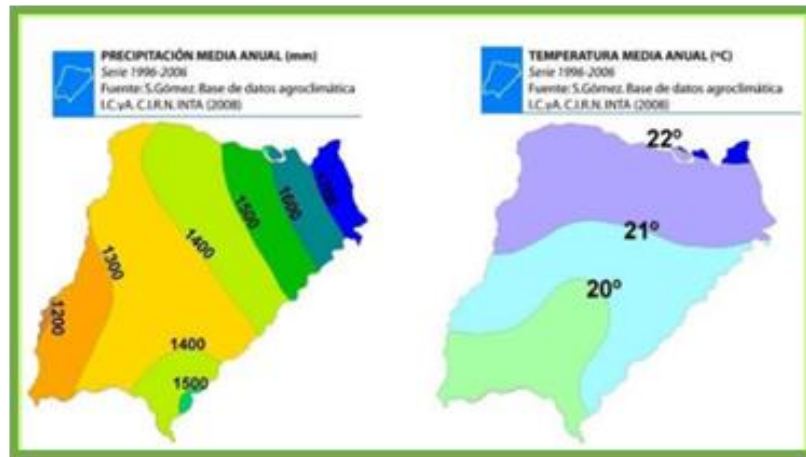


Figura 2: Precipitación media anual (mm) y temperatura media anual (°C) en la provincia de Corrientes.

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Caracterización edáfica

La Serie Treviño es un suelo clasificado, inicialmente, como Argiudol ácuico (Escobar et al., 1996). Son suelos moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcables por cortos períodos. Presenta un horizonte superficial mólico de 40 cm de espesor, que incluye un BAt de textura franco-arenosa, de color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. Posee un horizonte argílico (Bt), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado de color negro y reacción neutra. Los moteados y concreciones de hierro-manganeso comienzan a los 17 cm y la profundidad efectiva es de 65 cm. Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios en bases de cambio, especialmente en el Bt y de materia orgánica en el epipedón, con pobres contenidos en fósforo. Ver los datos del perfil de la Serie Treviño que se presentan en la Tabla 1 (Escobar et al., 1996).

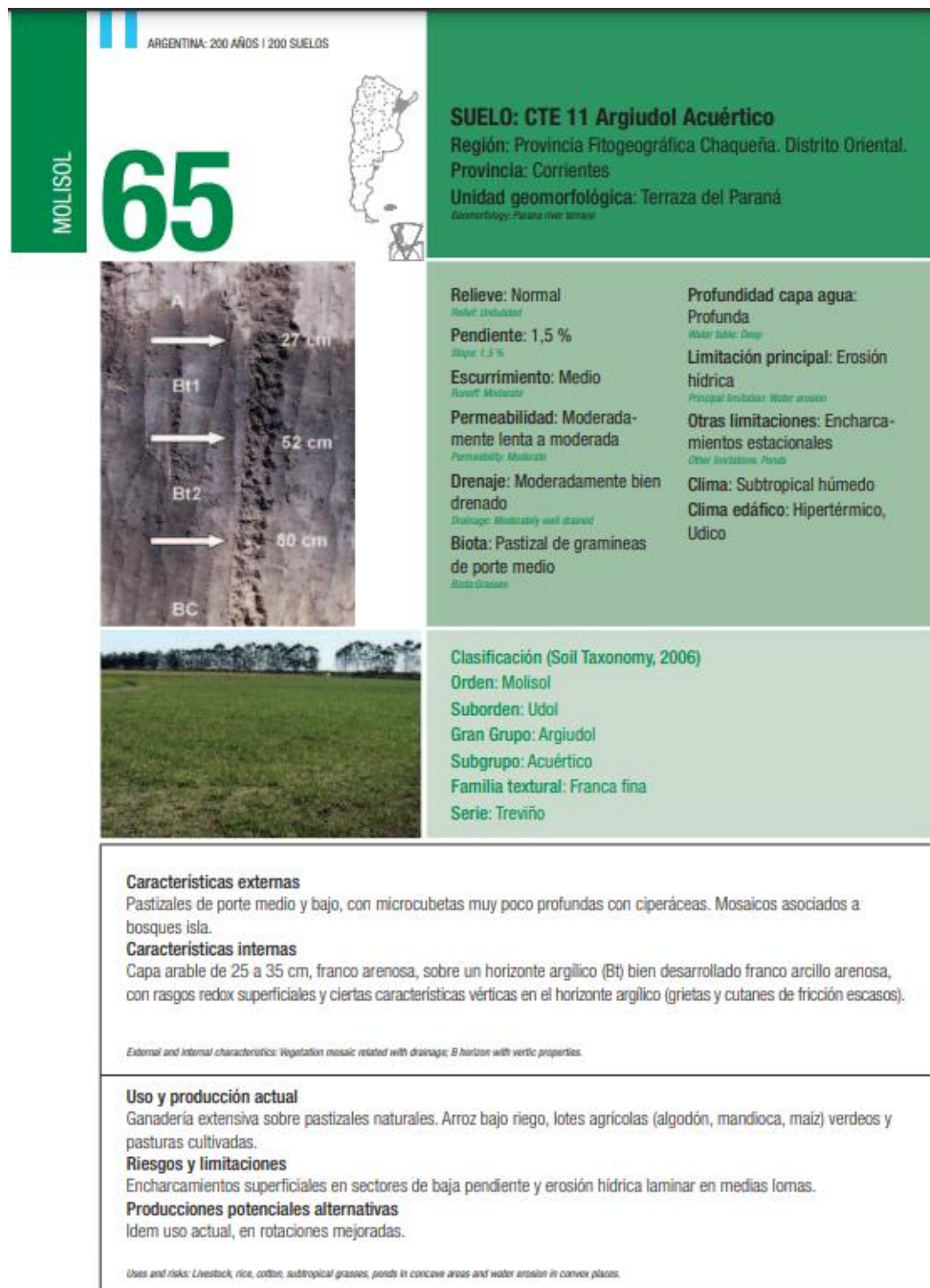


Tabla 1: Datos del perfil de la Serie Treviño (Escobar et al., 1996).

HZTE.	PROF. cm.	GRANULOMETRIA					CATIONES DE CAMBIO								
		M.O.	Arcilla	Limo	Arena		pH	Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T	PSI
			%	%	Fina	Gruesa									
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
BAt	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
Bt1	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
Bt2	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
Btk	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 Acuértico (Panigatti, 2010). Ver figura 3.



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

106

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de tareas desarrolladas

Se empleó un ensayo sobre un Argiudol con un diseño en parcelas (140 m²) completamente aleatorizadas en un arreglo factorial. Los factores fueron: a) sistemas de labranzas: convencional, reducida y cero, y b) secuencias de cultivos con: un cultivo por año (maíz-descanso); dos cultivos por año (maíz-descanso-avena negra), tres cultivos por año (maíz-caupí-avena negra) y parcelas con pasto cambá, como alternativa de recuperación del suelo, con cuatro repeticiones por tratamiento. Sobre este ensayo que fue afectado por la quema desde campos vecinos, se tomaron muestras en cada una de las 48 parcelas. En cada parcela se tomaron dos muestras compuestas de suelo a dos profundidades: 0-7 y 7-20 cm que fueron acondicionadas en el laboratorio para realizar análisis físicos y químicos en 192 muestras en total (48 parcelas x 2 muestras compuestas x 2 profundidades).



Figura 4: a y b) Toma de muestras a campo; c) Medición de profundidad de la muestra.

El acondicionamiento de las muestras se comenzó con la apertura de las bolsas de las muestras traídas del campo, que se colocaron en papel diario para su oreo y posterior procedimiento de fragmentación y ruptura de los agregados de mayor tamaño. Luego se pasó por dos tamices N°6 y N°10 entre los cuales se obtuvieron las muestras a analizar para pasar por los tamices N°35 y N°270 para la determinación de la materia orgánica particulada.



Figura 5: a y c) Desagregación de muestras para determinación de MOP; b y d) Tamices utilizados para la separación de las fracciones.

En laboratorio con las muestras acondicionadas previamente, se evaluó materia orgánica particulada. Si bien existen diferentes métodos para la separación del material orgánico del suelo en sus diferentes tamaños, uno de los más utilizados es la separación por tamizado en húmedo (Cambardella & Elliot, 1991; Six et al; 1999) utilizándose el método de fraccionamiento físico de Cambardella et al., 1999, el cual consiste en un procedimiento de destrucción de la materia orgánica por ignición.

- Se pesaron (30 g) de suelo seco al aire y posteriormente se agregó a cada muestra 90 ml de hexametáfosfato de sodio (5 g.L⁻¹).



- Se colocó en agitador durante 16 horas.
- Se pasó por tamices N°10 y N°35 para separar las fracciones de 2 a 0,5 mm de materia orgánica particulada que la llamaremos “a” (POMa). ~~para~~ Para ello se usó la ayuda de agua y luego se obtuvo entre los tamices N°35 y N°270 la fracción de 0,5 a 0,053 mm de materia orgánica particulada que la llamaremos “b” (POMb). Ambas fracciones se colocaron en pesafiltros de aluminio separados.
- Se secó durante 24 horas a 50-55°C y se pesó cada muestra.
- Posterior al secado se usó una mufla a 450°C durante 4 horas para destruir toda la fracción orgánica del suelo, se volvió a pesar y ~~realizar~~ realizar los cálculos correspondientes para su estimación.

Fueron analizadas 192 muestras por duplicado, completando en total 384 muestras.

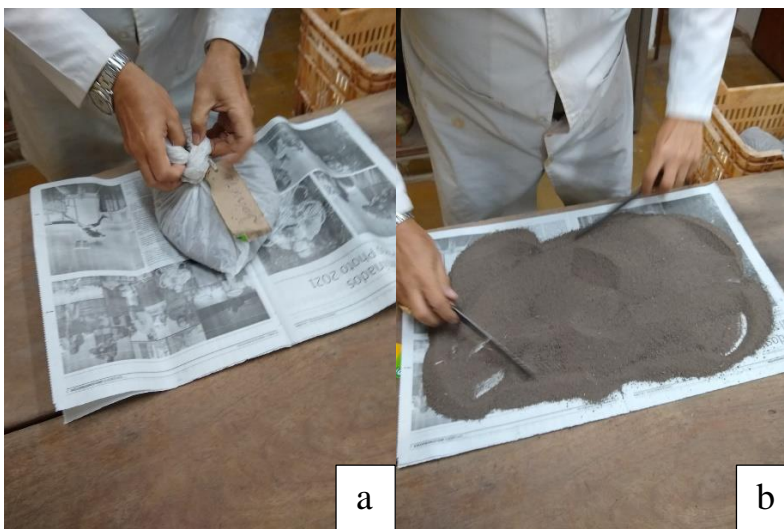




Figura 6: a) Muestra; b) Homogenización de la muestra; c) Muestra de 30 g más hexametáfosfato de sodio en agitador; d); Paso por tamices N°10 y N°35 para obtener las fracciones de 2 a 0,5 mm de POM con ayuda de agua; e) Muestras dispuestas en la mufla a 450°C; f) Enfriamiento de las muestras; g) Pesada final de la muestra con balanza de precisión 0,001 g.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados que se obtuvieron a partir de realizar los cálculos correspondientes a través de la aplicación un análisis t de Student de dos muestras apareadas para detectar posibles cambios respecto a la campaña previa a la quema. A continuación, se presentan las tablas 2 y 3 donde se presentan los resultados y el resumen con los datos analizados.

Tabla 2: Fraccionamiento de la materia orgánica particulada en sus diferentes tamaños de las muestras de 0 a 7 cm de profundidad, antes y luego del incendio en 192 muestras de suelos.

	POMa_7	POMaf_7	POMb_7	POMfb_7	POM_7	POMf_7
Promedios	1,90	1,73	2,55	2,55	4,46	4,28
valor de t	1,77		0,04		1,15	
Desvío estándar	0,093		0,093		0,160	
Probabilidad	0,079		0,969		0,251	

Observaciones: POMa_7: materia orgánica particulada gruesa de la profundidad de 0-7 cm; POMaf_7: materia orgánica particulada gruesa de la profundidad de 0-7 cm posterior al fuego o incendio; POMb_7: materia orgánica particulada fina de la profundidad de 0-7 cm; POMfb_7: materia orgánica particulada fina de la profundidad de 0-7 cm posterior al fuego; POM_7: materia orgánica particulada total de la profundidad de 0-7 cm; POMf_7: materia orgánica particulada total de la profundidad de 0-7 cm posterior al fuego.

Tabla 3: Fraccionamiento de la materia orgánica particulada en sus diferentes tamaños de las muestras de 7 a 20 cm de profundidad antes y luego del incendio en 192 muestras de suelos.

	POMa_20	POMaf_20	POMb_20	POMbf_20	POM_20	POMf_20
Promedios (cm)	0,64	0,69	1,14	1,15	1,77	1,84
valor de t	-0,91		-0,21		-0,86	
Desvío estándar	0,052		0,043		0,081	
Probabilidad	0,367		0,833		0,391	

Observaciones: POMa_20: materia orgánica particulada gruesa de la profundidad de 7-20 cm; POMaf_20: materia orgánica particulada gruesa de la profundidad de 7-20 cm posterior al fuego o incendio; POMb_20: materia orgánica particulada fina de la profundidad de 7-20 cm; POMbf_20: materia orgánica particulada fina de la profundidad de 7-20 cm posterior al fuego; POM_20: materia orgánica particulada total de la profundidad de 7-20 cm; POMf_20: materia orgánica particulada total de la profundidad de 7-20 cm posterior al fuego

De sus fracciones en sus valores promedios se pudo registrar una disminución de la fracción gruesa con un promedio de $1,9 \text{ mg g}^{-1}$ en el año antes del incendio respecto a la situación posterior al mismo de $1,73 \text{ mg g}^{-1}$. Al aplicar una prueba de “t” para muestras apareadas se halló un valor de “t” de 1,77 ($P < 0,0798$).

En las fracciones finas de ambas profundidades (POMb) no se hallaron diferencias significativas, al igual que en la fracción de materia orgánica particulada total. Si bien de 0 a 7 cm de profundidad se hallaron algunas diferencias con $4,46 \text{ mg g}^{-1}$ antes del fuego y de $4,28 \text{ mg g}^{-1}$ posterior al incendio no fueron significativas estadísticamente ($P < 0,25$) como puede verse en las tablas 2 y 3.



Si bien el fuego tiene mayor impacto sobre la materia orgánica del suelo, puede sufrir desde una ligera volatilización de componentes menores, hasta la carbonización o la oxidación completa (Certini, 2005). En otros estudios, se observaron que las fracciones lábiles del carbono fueron severamente afectadas por el paso del fuego (Díaz-Raviña et al 1992; Choromanska & De Luca, 2001; Choromanska & De Luca, 2002;). Sin embargo, otros autores (Serrasolsas & Khanna, 1995; Pietro-Fernández et al., 1998) hallaron incrementos de carbono soluble tras el paso del fuego, procedente tanto de microorganismos muertos como por la solubilización de otros compuestos orgánicos.

Sin embargo, en base a los datos arribados en el presente ensayo los contenidos de las fracciones de materia orgánica particulada en sus diferentes tamaños no fueron modificadas por el efecto de los incendios.

Respecto a la fracción gruesa de POMa de 0 a 7 cm, por los valores cercanos a una probabilidad del 5%, queda la posibilidad que dicha disminución se relacione al efecto del fuego.

Los valores obtenidos por el método empleado para la determinación de la materia orgánica particulada gruesa de 0-7 cm (POMa) han arrojado valores con diferencias, pero no significativos, con lo cual se podría expresar que los valores obtenidos después del fuego a pesar de tener una significación al 0,07 no presentaron suficiente respaldo estadístico respecto a los obtenidos en estudios anteriores al incendio.

Además de la discusión y del procesamiento estadísticos de los datos obtenidos cabe resaltar que, mediante el análisis de las 384 muestras, que constituyeron una gran cantidad de situaciones evaluadas y presentadas en las doce diferentes situaciones representadas en los tratamientos, se confirma el hecho de haber alcanzado un detallado entrenamiento en esta práctica analítica planteada en los objetivos del presente trabajo.

COMENTARIOS FINALES

Los valores obtenidos por el método empleado en la respectiva determinación de la POM han arrojado valores no significativos, con lo cual se puede expresar que no hubo diferencias entre las evaluaciones anteriores y posteriores al incendio.

Si tomamos en consideración la materia orgánica particulada como un indicador de calidad del suelo, con la cual no hubo variaciones, se podría manifestar que no hubo pérdida de calidad del suelo al evaluar el efecto del fuego.

Luego del análisis de las 384 muestras, que constituyeron una gran cantidad de situaciones evaluadas en doce tratamientos, colaboró en gran medida para haber logrado un detallado entrenamiento en esta práctica analítica planteada en los objetivos del presente trabajo.

El trabajo final de graduación en la modalidad de pasantía como experiencia, fue algo muy beneficioso, ya que logré complementar los conocimientos teóricos obtenidos en esta Facultad con las prácticas realizadas en el campo y en el laboratorio.

Opinión del Asesor

En el presente trabajo el alumno Sr. Claudio Szymitowski dedicó mucho empeño e interés en desarrollar el tema proyectado poniendo dedicación, tiempo y muy buena voluntad en las tareas emprendidas.

Durante el avance del trabajo, por su motivación personal, y a fin de familiarizarse con otro tipo de actividades no contempladas inicialmente en su Plan de trabajo y ante su interés en procesar estadísticamente los resultados de los análisis realizados, a fin de ejercitar una práctica profesional que podría llegar a necesitar en su futuro laboral, fueron incluidas en el presente Trabajo Final de Graduación, a pesar de no haberse presentado en lo planificado inicialmente.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

El hecho de necesitar repetir determinaciones analíticas cuando se requirieron controlar los valores hallados, ante posibles errores involuntarios, o cuando las repeticiones superaron diferencias mayores de 2,5% entre sí, lo asumió y nunca fue un inconveniente para él.

Cabe acotar que siempre demostró un buen desempeño y capacidad de trabajo en grupo, evidenciado en las tareas diarias y buena dedicación en el trabajo en todo el desarrollo del presente informe.



BIBLIOGRAFIA

- Andriulo, A.; J., Galantini; C., Pecorari & E., Torioni, 1990. Materia orgánica del suelo en la región pampeana. I. Un método de fraccionamiento por tamizado. *Agrochimica (Italia)* XXXIV (5-6) 475-489.
- Angers, D.A., & M., Giroux. 1996. Recently deposited organic matter in soil water stable aggregates. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 1547-1551.
- Balesdent, J.; C., Chenu & M., Balabane, 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Tillage Res.* 53: 215-230.
- Biederbeck, V.O.; H.H., Janzen; C.A., Campbell & R.P., Zentner. 1994. Labile soil organic matter as influenced by cropping practices in an arid environment. *Soil Biology and Biochemistry* 26: 1647-1656.
- Buschiazzo, D.E.; A.R., Quiroga & K., Stahr, 1991. Patterns of organic matter accumulation in soils of the semiarid Argentinian Pampas. *Z. Pflanzenem. Bodenk.* 154: 347-441.
- Buyanovsky, G.A., M., Aslam, & G.H., Wagner. 1994. Carbon turnover in soil physical fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 1167-1173.
- Cambardella, C.A., & E.T., Elliott. 1991. Physical separation of soil organic matter. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 34. Pp 407-419.
- Cambardella, C. A., & E.T., Elliott. 1992. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Cambardella, C. A., A.M., Gajda, J.W., Doran, B.J., Weinhold, & T., Kettler. 1999. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. In R. Lal, J.F. Kimble and R.F. Follet (eds). *Carbon methods*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Cambardella, C.A.; A.M., Gajda; J.W., Doran; B.J., Wienhold & T.A., Kettler. 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. P. 349-359. In: R Lal, JM Kimble, R; F Follett & BA Stewart (eds.). *Assessment methods for soil carbon*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

- Campbell, C.A., 1978. Soil organic carbon, nitrogen and fertility. p. 173-271. In: M., Schnitzer & S.U., Khan (eds.), Soil Organic Matter. Developments in Soil Science 8. Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam.
- Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143:1-10.
- Choromanska U., & T., De Luca; 2001. Prescribed fire alters the impacts of wildfire on soil biochemical properties in a ponderosa pine fores. *Soil. Sci. Soc. Am. J. Cap.* 65: 232-238.
- Choromanska U., & T., De Luca; 2002. Microbial and nitrogen mineralization in forest mineral soils following heating: evaluation of post-fire effects. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 263-271.
- Cole, C.V., K. Paustian, & E.T., Elliott, 1993 Análisis de reservas de carbono de los agroecosistemas. *Water Air Soil Pollut* 70, 357–371.
- Curtin, D. & G. Wen, 1999. Organic matter fractions contributing to soil nitrogen mineralization potential. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:410-415.
- Diaz-Raviña, M., A. Prieto, M.J. Acea, & T. Carballas, Fumigation-extraction method to estimate microbial biomass in heated soils, *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 24, Issue 3, 1992, Pages 259-264, ISSN 0038-0717
- Doran, J.W. & B.T. Parkin, 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. *Soil Science Society of America*, 35.
- Doran, J.W., & T.B., Parkin, (1996). Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. *Methods for Assessing Soil Quality*. Soil Science Society of America Special Publication, vol. 49, pp. 25– 37. Madison, WI.
- Duval, M. E., J. A. Galantini, J.O. Iglesias, S. Canelo, J.M. Martinez, & L., Wall, 2013. Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated systems. *Soil and Tillage Research*, 131. Pp 11-19.
- Duval, M.E.; J.E. Capurro; J.A., Galantini & J.M., Andriani (2015) “Utilización de cultivos de cobertura en monocultivo de soja: efectos sobre el balance hídrico y orgánico”. *Ciencia del Suelo* 33(2): 247- 261.

- Escobar, E. H., H. D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio & O. Vallejos. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes 1:500.000. Ediciones INTA. EEA Corrientes. Argentina, 430 pp.
- Haynes, R.J., 2000. Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soils in New Zealand. *Soil Biol. Biochem.* 32: 211-219.
- Galantini, J.A., N. Senesi, G., Brunetti & R., Rosell, (2004) Influence of texture on organic matter distribution and quality and nitrogen and sulphur status in semiarid Pampean grassland soils of Argentina, *Geoderma*, Volume 123, Issues 1–2, Pages 143-152, ISSN 0016-7061
- Galantini, J. A., & L, Suñer, 2008. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. Comisión Investigaciones Científicas (CIC)- CERZOS, Dpto. Agronomía - UNS, San Andrés 800 (8000) Bahía Blanca. *Agriscientia*, Vol. XXV (1). Pp 41- 55.
- Galantini, J., & J., Iglesias. (2018). Las fracciones orgánicas del suelo: ¿Por qué y cómo separarlas? 10.13140/RG.2.2.34935.68008.
- Greenland, D.J., & G.W., Ford. 1964. Separation of partially humified organic materials from soils by ultrasonic dispersion. p. 137-148. In *Trans. Int. Congr. Soil Sci.* 8th, Bucharest. 31 Aug.-9 Sept. 1964. Rompresfilatelia, Bucharest.
- Gregorich, E.G., & B.H., Ellert. 1993. Light fraction and macroorganic matter in mineral soil p 397-407. In M.R. Carter (ed.) *Soil Sampling methods of analysis*. Lewis Publ. Boca Raton, FL.
- Gregorich, E.G., & H.H., Janzen. 1996. Storage of soil carbon in the light fraction and macroorganic matter. p. 167-190. In M.R., Carter and B.A. Stewart (eds), *Structure and soil organic matter storage in agricultural soils*. Lewis Publishers. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. & Schuman, G.E. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society of America J.* 61: 4-10.

- Koutika, L.S., S., Hauser & J., Henrot, 2001 Soil organic matter in natural regrowth, Pueraria phaseoloides and Mucuna pruriens fallow. Soil Biol. Biochem. 33, 1095–1101.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Plan de Gestión Integral del Riesgo Agropecuario de la Provincia de Corrientes Estrategia de Gestión Integral del Riesgo Agropecuario. Ministerio de la Producción. Año 2019.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/girsar_-_corrientes_-_ppgira_ago19.pdf
- Panigatti, J.L. 2010. Argentina 200 años, 200 suelos. Ed. INTA Buenos Aires. 345 pp. ISBN: N° 978-987-1623-85-3. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/argentina-200-anos-200-suelos>
- Panigatti, J.L.; 2010. Argentina 200 años, 200 suelos. Ed. INTA Buenos Aires. P. 106. Ilustraciones y cuadros.
- Plante, A.F.; CE Stewart; RT Conant; K Paustian, & J Six. 2006. Soil management effects on organic carbon in isolated fractions of a Gray Luvisol. Canadian Journal of Soil Science 86: 141-151.
- Prieto-Fernández, A., M.J., Acea & T., Carballas. 1998. Soil microbial and extractable C and N after wildfire. Biology and Fertility of Soils 27: 132–142
- Quiroga, A.R., D.E., Buschiazzi & N., Peinemann, 1996. Fracciones tamaño de las partículas de materia orgánica del suelo en suelos de las Pampas Argentinas Semiáridas, Ciencia del Suelo: febrero de 1996 - Volumen 161 - Número 2 – pp. 104-108.
- Serrasolsas, I., & P., Khanna. 1995. Changes in heated and autoclaved forest soils of SE Australia. I. Carbón and Nitrogen. Biogeochemistry, 29: 3-24.
- Shukla, M.K., R., Lal, & M., Ebinger, 2005. Soil quality indicators for reclaimed mine soils in southeastern Ohio. Soil Science, 169. Pp. 133-142.
- Six, J., E.T., Elliott, & K., Paustian; 1999, Aggregate and Soil Organic Matter Dynamics under Conventional and No-Tillage Systems. Soil Sci. Soc. Am. J., 63: 1350-1358.



- Six, J., K., Paustian, E.T., Elliott, & C., Combrink, 2000. Soil Structure and Organic Matter I. Distribution of Aggregate-Size Classes and Aggregate-Associated Carbon. Soil Sci. Soc. Ame. J. Vol. 64, Issue2 March 2000 Pag 681-689.
- Six J., P., Callewaer, S.L., Gregorich & K., Paustian. 2002. Measuring and understanding carbon storage in afforested soils by physical fractionation. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1981-1987
- Smith, H.J., H., Fischer, M., Wahlen, D., Mastroianni, & B., Deck. 1999. Dual modes of the carbon cycle since the last glacial maximum. Nature 400:248-250.
- Sollins, P.; C., Glassman; E.A., Paul; C., Swanston; K., Lajtha; J.W., Heil & E.T., Elliott, 1999. Soil carbon and nitrogen: Pools and fractions. pp. 89–105. In G.P Robertson et al. (ed.) Standard soil methods for long-term ecological research. Oxford Univ. Press, Oxford, UK
- Tan, Z.; R., Lal; L., Owens & R.C., Izaurralde, 2007. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. Soil Till. Res. 92: 53-59
- Tiessen, H., E., Cuevas, & P., Chacon. 1994. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. Nature. 371: 783-785.
- Wilson, T., E., Paul & R., Harwood, 2001. Biologically active soil organic matter fractions in sustainable cropping systems. Applied Soil Ecology 16(1): 63-76.