



Facultad de Ciencias Agrarias  
Ingeniería Agronómica

**Modalidad**  
Pasantía

**Título**  
“Entrenamiento en la determinación de la respiración del suelo a campo y en laboratorio.”

**Autor:** Fernando Daniel Villalba

**Asesor:** Ing. Agr. Acosta, María Luján

**Lugar de trabajo:** Cátedra de Edafología. Departamento de Suelo y Agua. FCA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
2023

## Tabla de contenido

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Objetivo: .....                                      | 3  |
| Descripción breve de las tareas desarrolladas.....   | 3  |
| Respiración del suelo:.....                          | 5  |
| Determinación de respiración del suelo a campo:..... | 5  |
| Medición de respiración en laboratorio.....          | 11 |
| Conclusiones: .....                                  | 15 |
| Consideraciones:.....                                | 15 |
| Bibliografía.....                                    | 17 |
| Anexo .....                                          | 18 |

## Objetivo:

El objetivo del presente trabajo fue adquirir entrenamiento en las técnicas de determinación de la respiración de suelo, tanto a campo (a través del uso de una cámara y tubo draeger), como en laboratorio mediante incubación.

## Descripción breve de las tareas desarrolladas

En el marco del Proyecto 20A007 titulado “Impacto del avance de la frontera forestal sobre suelos de régimen ácuico del norte de la provincia de corrientes” que lleva adelante la Cátedra de Edafología, se participó en el mes de agosto del año 2021 de un viaje a campo al Departamento de Ituzaingó, provincia de Corrientes.

Durante la estadía he colaborado en el muestreo de los suelos. Se aplicó un diseño de muestreo completamente al azar, con dos tratamientos: pastizal natural (PAS) y forestaciones de *Pinus* sp. de 17 a 20 años, (F). Se tomaron muestras de suelo, compuestas a diferentes profundidades: 0-0,10; 0,10 a 0,20; 0,20 a 0,30 m, (Véase anexo).

En campaña, aprendí a efectuar la medición de la respiración edáfica a partir del uso de cámaras y de tubos draeger, realizando mediciones en suelos bajo pastizales y bajo forestaciones de *Pinus* sp.

Posteriormente, trabajé en laboratorio, y recibí entrenamiento para la determinación de la respiración a partir de muestras de suelo disturbadas, por incubación del suelo.

## **Descripción general de la región estudiada**

La provincia de Corrientes forma parte de la región mesopotámica. Se divide en 25 departamentos y 67 municipios, con poderes políticos y administrativos propios (Figura 1a.). En la Figura 1b., podemos observar la ubicación del departamento Ituzaingó donde se procedió a realizar este trabajo.

El departamento de Ituzaingó se encuentra dentro de los departamentos con mayor superficie forestada, pertenece a la región Paranaense, Distrito Fitogeográfico de los Campos y Malezales (Morello et al., 2012). Los suelos bajo estudio son poco evolucionados, dominando la fracción arenosa en todos los horizontes, salvo un horizonte arcilloso que origina una capa freática colgada fluctuante que queda cercana a la superficie en algunas épocas del año. Presenta fuerte acidez en superficie, y su fertilidad es limitada (Escobar et al., 1996). El clima es del tipo subtropical húmedo, sin estación seca, con una temperatura media de 20°, 4 o 5 días al año de heladas y con precipitaciones anuales entre 1500 y 1700

mm (Fontán, 2012).

## Respiración del suelo:

La respiración del suelo es un proceso que refleja la actividad biológica del mismo y se pone de manifiesto a través del desprendimiento de CO<sub>2</sub> o el consumo de O<sub>2</sub>, resultante del metabolismo de los organismos vivos existentes en el suelo. (Romero et al, 2022.). La respiración del suelo es un indicador de la actividad biológica (por ej. de microbios y raíces). Esta actividad es tan importante para el ecosistema edáfico como lo son pulmones sanos para nosotros. Sin embargo, mayor actividad no es siempre mejor; puede indicar inestabilidad del sistema por ej. después de la labranza. (USDA, 1999).

La respiración edáfica (RES), juega un papel crítico en la determinación de un amplio rango de fenómenos ecológicos que van desde el funcionamiento individual de las plantas hasta la concentración global del CO atmosférico (Liu *et al.* 2006).

La respiración del suelo está regulada por una serie de factores bióticos y abióticos tales como la temperatura, el contenido hídrico, el contenido de nutrientes, la estructura de la vegetación, la actividad fotosintética o el desarrollo fenológico de la planta (Subke *et al.* 2006) así como por la biomasa de raíces finas y microbiana (Adachi *et al.* 2006). Existen diferentes métodos para determinar la respiración, ya sean a campo, o en laboratorios a partir de muestras de suelo disturbadas.

### **Determinación de respiración del suelo a campo:**

En el marco de esta pasantía se determinó en campaña la respiración de suelo (RES) utilizando cámaras de aluminio en suelo a capacidad de campo y tubos draeger (USDA, 1999).

La medición de respiración se realizó a capacidad de campo, es decir con la cantidad de agua que el suelo pudo retener después de ser drenado. Ya que la actividad microbiana es mayor cuando el suelo está húmedo.

### **Materiales**

Los materiales utilizados para la medición fueron:

- Anillo de 6 pulgadas de diámetro (15,24 cm de diámetro) de la valija de campaña de la USDA.
- Tapa con tapones de goma;
- Maza y bloque de madera;
- Termómetro de suelo;
- Agujas;
- Tubos draeger;
- Jeringa de 100 cm<sup>3</sup>;
- Cronómetro.

## **Procedimiento**

Se procedió a clavar el anillo en el suelo. Lo primero que hicimos fue limpiar levemente la superficie a muestrear, es decir quitar los residuos superficiales. Si el sitio estaba cubierto con vegetación, se procedió a realizar el corte de esta al ras de la superficie para así evitar perturbar el recurso suelo. Usando el martillo y el bloque de madera, se procedió a clavar el anillo de 6 pulgadas (Figura 2), con el borde biselado hacia abajo, hasta una profundidad de tres pulgadas la cual se representa mediante una línea marcada en el interior y exterior del anillo.



Figura 2. Limpieza e instalación del anillo  
Fuente: Villalba Fernando.

Para una medida más precisa de la respiración del suelo se midió dentro del anillo, haciéndose cuatro mediciones (a intervalos similares) desde la distancia del borde superior del anillo hasta la superficie del suelo como se puede observar en la Figura 3, luego de eso, se realizó el promedio una vez llevado los datos a gabinete.

Posterior a los pasos anteriores, se cubrió el anillo con la tapa y se esperó un tiempo no mayor a 30 minutos. Esto permitió que el CO<sub>2</sub> se acumule dentro del anillo.

Se insertó el termómetro de suelos, en un radio adyacente al anillo con tapa, esto es a una distancia de aproximadamente una pulgada (2,54 cm) del anillo. Una vez extraído del empaque, se procedió a realizar la conexión con el tubo draeger justo antes de finalizar la espera de 30 minutos.





Figura 3. Medición de profundidad dentro del cilindro.

En la Figura 4.a podemos observar el tubo draeger, el mismo consiste en un tubo cilíndrico cuyo material es vidrio, donde internamente cuenta de una escala graduada que vira de color.



Figura 4.a. Tubo draeger para



Figura 4.b. Método de extracción de extremos su uso.

Podemos observar el procedimiento utilizado para la extracción de ambas puntas del tubo mediante una leve palanca usando el agujero en el mango de la jeringa como lo indica la figura 4.b. Se procedió a conectar a cada lado una banda de goma elástica donde, una de ellas fue conectado a la jeringa y por el otro directamente al cilindro como se puede apreciar en la Figura 5.

A su vez se utilizó los tapones de goma para introducir dos agujas, una unida al mecanismo de jeringa-tubo, para tomar las muestras mediante succión, y la otra para permitir el paso de aire como es apreciable en la figura 5.

La toma de la muestra consistió en jalar el embolo de la jeringa, generando una corriente de aire por un lapso de 10 segundos, el embolo es llevado durante ese tiempo hasta la lectura 100 cm<sup>3</sup>, generando de esta manera succión positiva dentro de la jeringa y pasando a través del tubo draeger el aire.



Figura 5.a Momentos de la extracción por succión del CO<sub>2</sub>

Pudimos apreciar cómo se iba tiñendo internamente el tubo. La coloración va virando de blanco a azul o violáceo pálido, y esto se da por qué ocurre una reacción de oxido reducción entre el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la hidracina (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) que se encuentra dentro del tubo draeger

- La reacción química que ocurre entre ambos fue  $\text{CO}_2 + \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{NH}_2\text{-NH-COOH}$ .



El proceso de succión explicado anteriormente, se realizó un total de 10 veces. Se registró el valor medido de CO<sub>2</sub> y la temperatura en grados Celsius en el cuaderno de trabajo. La medición de CO<sub>2</sub> se asentaba según el máximo avance del color violáceo en el tubo draeger, como en la figura 6. Finalmente, el equipo se trasladaba a otro punto de muestreo y se repetía el proceso nuevamente.

Con los datos recaudados a campo, y mediante cálculos a gabinete se procedió a llevar el valor de ppm de CO<sub>2</sub> a valores porcentuales para así poder aplicarlo a la formula obtenida a través de calidad de suelo, USDA 1999.



Figura 6. Tubo draeger luego de la medición.

Los datos obtenidos a campo deben reemplazar las expresiones con sus respectivos valores en la siguiente fórmula para mediante esta vía, obtener la respiración del suelo:

$$\text{Respiración del Suelo (lb CO}_2\text{ – C/acre/día)} = \text{PF} \times \text{TF} \times (\% \text{ CO}_2 - 0.035) \times 22.91 \times \text{H}$$

PF = factor de presión = 1

TF = factor de temperatura =  $\frac{(\text{temperatura del suelo en Celsius}) + 273}{273}$

H= altura en parte interna del anillo = 5.08 cm (2 pulgadas)

Figura 7. Formula para respiración de suelo mediante valores de tubo draeger  
Fuente: USDA

Para el uso de esta, procedimos a utilizar el % CO<sub>2</sub>, el cual fue obtenido por medio de los tubos draeger. Si bien estos daban una lectura en ppm (partes por millón), lo que se procede a hacer es, mediante factor de conversión llevarlo a porcentaje. Al medir la parte interna del anillo en cuatro ocasiones después de colocarlo en el suelo, conforme al procedimiento de campo explicado, se emplearon estos datos para calcular el volumen de la cámara. Esto se logró promediando las mediciones y multiplicándolas por el área, que es una constante del anillo, dando el volumen de la cámara donde quedaba el CO<sub>2</sub> contenido. Al resultado de la fórmula, al multiplicarlo por 1.12 nos da la conversión para tener gC(en CO<sub>2</sub>) m<sup>2</sup>.d<sup>-1</sup>, que serían los gramos de carbono en dióxido de carbono obtenidos en

una superficie de un metro cuadrado, en el lapso de un día. Como lo explica en la Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo (USDA, 1999).

Pasando a la segunda parte, debemos obtener los valores de respiración estandarizados según temperatura a 25°C. Esta es necesaria ya que lo que precisamos medir, varía tanto espacialmente como estacionalmente. Las correcciones para la temperatura del suelo pueden ser realizadas usando la regla general de que la actividad biológica, se incrementa por un factor de dos cada 10° C de aumento de temperatura (Parkin et al, 1996). Puede ser usada para estandarizar diferencias de temperaturas del suelo que se hallan entre 15 y 35° C.

A su vez es menester proceder de manera similar con el EPOA, que mediante sus siglas, representa el espacio poroso ocupado por agua. Este es indicativo del grado de aireación del suelo al momento del muestreo. La actividad biológica máxima generalmente ocurre cuando el 60% de los poros del suelo están ocupados por agua (Parkin et al. 1996).

Al multiplicar los datos proporcionados en  $\text{gC(en CO}_2\text{) m}^2\cdot\text{d}^{-1}$  por 10, obtenemos la conversión necesaria para expresar los valores en  $\text{kg CO}_2\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  y así mediante la siguiente tabla conocer el estado de nuestro suelo. En el anexo se pueden observar algunos valores de respiración obtenidos en diferentes muestras de suelo que he procesado.

| <b>Tabla 1- Índices generales para clases de respiración del suelo, y estado del suelo, en condiciones óptimas de temperatura y humedad, primordialmente para uso agrícola (Woods End Research, 1997)</b> |                                         |                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Respiración del suelo<br>kg C (en CO <sub>2</sub> )/ha/d                                                                                                                                                  | Clase                                   | Estado del Suelo                                                                                                                                                                                                   |
| 0                                                                                                                                                                                                         | Sin actividad del suelo                 | El suelo no presenta actividad biológica y es virtualmente estéril.                                                                                                                                                |
| < 10.64                                                                                                                                                                                                   | Actividad del suelo muy baja.           | El suelo ha perdido mucha materia orgánica disponible y presenta poca actividad biológica.                                                                                                                         |
| 10.64 – 17.92                                                                                                                                                                                             | Actividad del suelo moderadamente baja. | El suelo ha perdido parte de materia orgánica disponible y la actividad biológica es baja.                                                                                                                         |
| 17.92 – 35.84                                                                                                                                                                                             | Actividad del suelo mediana.            | El suelo se está aproximando, o alejando, de un estado ideal de actividad biológica.                                                                                                                               |
| 35.84 – 71.68                                                                                                                                                                                             | Actividad del suelo ideal               | El suelo se encuentra en un estado ideal de actividad biológica y posee adecuada materia orgánica y activas poblaciones de microorganismos.                                                                        |
| > 71.68                                                                                                                                                                                                   | Actividad del suelo inusualmente alta.  | El suelo tiene un muy elevado nivel de actividad microbiana y tiene elevados niveles de materia orgánica disponible, posiblemente a través del agregado de grandes cantidades de materia orgánica fresca o abonos. |

Fuente: USDA.

## **Medición de respiración en laboratorio**

### **Actividades:**

Las muestras de suelo tomadas a campo fueron llevadas al laboratorio de Edafología para su acondicionamiento.

### **Acondicionamiento y determinaciones:**

Las muestras de suelo traídas del campo fueron acondicionadas en el laboratorio: secadas al aire, molidas y tamizadas por malla de 2 mm (tamiz nº10). Luego se colocaron en bolsas rotuladas como se puede apreciar en la figura 8.

Posteriormente se determinó la respiración del suelo por incubación con NaOH (Alvarez & Santanatoglia, 1985), utilizando las muestras de 0 a 0,10 m de profundidad.



Figura 8. Acondicionamiento de muestra.

Fuente: Acosta M. Lujan

En las muestras secas al aire se determinó el contenido de humedad por el método gravimétrico, para referir los resultados de los análisis de suelos en peso seco.

### **Método gravimétrico para medir el agua del suelo**

El método permite expresar la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo. Generalmente se expresa en porcentaje. El término "suelo seco a estufa" se refiere al suelo en estudio que se ha secado a 105°C hasta alcanzar peso constante (normalmente se logra en 24-48 horas). Este se usa como base para calcular el contenido de humedad por su naturaleza constante y reproducible bajo distintas condiciones ambientales.

## **Materiales**

- Balanza de precisión.
- Estufa para secado.
- Cápsulas para secar y pesar las muestras (pesa filtro).

## **Procedimiento**

Se deben colocar una cantidad de suelo conocida 20g en nuestro caso, en un recipiente y se procede al agregado de gotas de agua con una pipeta Pasteur, mientras se remueve la mezcla con una cuchara, a modo de lograr la homogeneidad de la muestra tanto en contenido de humedad como en color. La finalidad es lograr una humedad cercana al 60% de la capacidad de campo del suelo que varía según el tipo de suelo (Romero, a. m., et al. 2022).

Luego, se registran en una planilla el peso seco y el peso húmedo de cada muestra, para posteriormente determinar el porcentaje de humedad de incubación con la fórmula:

$$\% \text{Humedad} = [(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / \text{Peso suelo seco}] \times 100$$

Figura 9. Fórmula para determinar % de humedad obtenida del capítulo de metodologías microbiológicas de indicadores ambientales de suelo (2022).

## **Medición de respiración, método del hidróxido de Sodio (Alvarez & Santanatoglia, 1985)**

Este método se basa en la cuantificación de CO<sub>2</sub> desprendido durante la incubación del suelo en un sistema cerrado. El CO<sub>2</sub> es atrapado en una disolución de hidróxido de sodio (NaOH) que es posteriormente valorada con ácido clorhídrico (HCl).

El desprendimiento de CO<sub>2</sub>, en un tiempo determinado (respiración) es uno de los parámetros más frecuentemente usado para cuantificar la actividad microbiana en el suelo. Fuente: Agrotecnia 25, (2017).

## **Materiales**

- Contenedor plástico
- Solución con Normalidad conocida de NaOH
- Solución con normalidad conocida del HCl
- Papel film para recubrir y lograr hermeticidad
- Estufa
- Balanza de precisión

### **Procedimiento:**

Para su procedimiento se tomaron 20g de cada muestra de suelo, pesadas en una balanza de precisión y rotulada para poder identificarlas. A su vez, dentro del recipiente se llevó el suelo a capacidad de campo, como se explicó anteriormente. Junto a este se adicionaba un frasco de menores dimensiones, el cual iba sin tapa y con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) de normalidad conocida y cuyo volumen era de 15 ml. Este se dejaba incubando por 7 días a 28°C cómo es posible apreciar en la figura 10.



Figura 10. Respiración de suelo (RES) por incubación con NaOH.

Fuente: Acosta M. Lujan

Durante este lapso, se produce una reacción química donde los reactivos  $\text{CO}_2$  y NaOH se transforman en carbonato de sodio  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . En términos más simples, el NaOH captura el  $\text{CO}_2$  para luego cuantificarlo mediante la titulación. Este proceso se repite con todas las muestras cerradas herméticamente. Este proceso comienza con el blanco, donde al no haber presencia de suelo, la reacción de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  no tiene lugar, debido a la ausencia inicial de  $\text{CO}_2$ . Esta falta de reacción significa que se necesita una mayor cantidad de ácido para su neutralización, lo que resulta en un valor más elevado en comparación con las muestras de suelo evaluadas.

Pasados los 7 días, se retiran cuidadosamente todas las muestras. Se registra la normalidad del HCl antes de comenzar la titulación. Para garantizar la seguridad del operario durante dicho procedimiento, se empleó equipo de protección, que incluía guantes, zapatos cerrados, guardapolvo y pantallas faciales, además se trabajó bajo una campana de gases.

Cada muestra se destapó y colocó en un erlenmeyer con agitador. El proceso continuó mediante la adición de 1 ml de cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ) y unas gotas de fenolftaleína a la solución problema. Luego, se llenó la bureta con HCl y se enrasó. Se abrió la llave de la bureta, permitiendo que el HCl caiga en



la solución problema hasta alcanzar el punto final. Dado que se trata de una titulación ácido-base, con fenolftaleína como indicador, fue posible observar el cambio de color que indica el punto final como es posible observar en la figura 11.

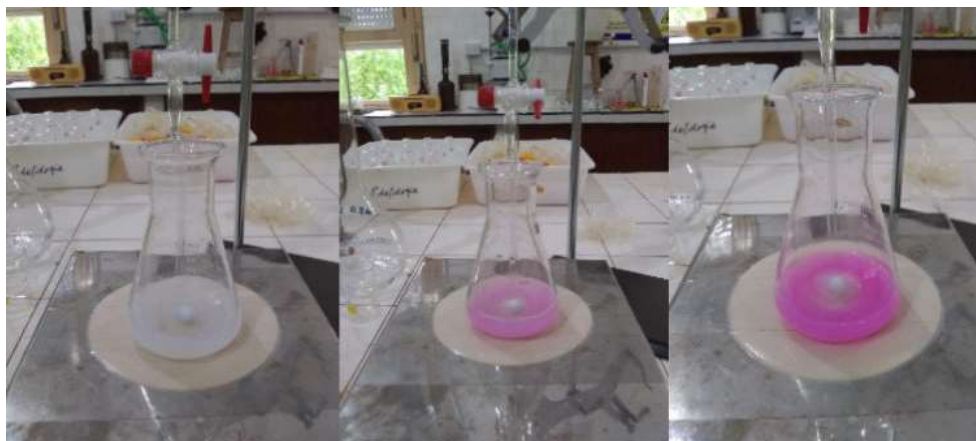


Figura 11. Transformación cromática en el proceso de titulación hacia el punto final.

El coeficiente de respiración (CR), en este contexto, se refiere a la relación entre la cantidad de CO<sub>2</sub> producida por la respiración microbiana del suelo y otros factores, como la temperatura, la humedad, etc. Es una medida importante para comprender y cuantificar la actividad biológica en el suelo y su respuesta a diferentes condiciones ambientales.

### **Cálculos a laboratorio**

Con los resultados obtenidos de la titulación se aplicó la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{Blanco} - \text{Muestra}) * 4,4}{\text{peso del suelo}} = \text{mgCO}_2 \cdot 7\text{días}^{-1} \cdot \text{g Suelo}^{-1}$$

Figura 12. Fórmula usada en laboratorio para obtener el coeficiente de respiración de las muestras.

**Blanco:** ml de HCl utilizados para titular el frasco sin muestra de suelo.

**Muestra:** ml de HCl utilizados para titular el frasco con muestra de suelo.

**4,4:** factor de conversión entre HCl y CO<sub>2</sub>

**Peso del suelo:** 20g

En el anexo de la presente pasantía se pueden observar algunos valores de respiración obtenidos en diferentes muestras de suelo que he procesado.

## Conclusiones:

Este trabajo final de graduación ha sido una experiencia enriquecedora en el estudio de la respiración del suelo, tanto en el campo como en el laboratorio. Durante este proceso, he adquirido habilidades valiosas que me han permitido comprender sobre este proceso que afecta al suelo. La realización de muestreos en ambientes naturales y en laboratorio ha sido esencial para obtener datos precisos y entender la importancia del CO<sub>2</sub> en los ecosistemas.

A lo largo de este, he podido apreciar las diferencias entre el trabajo en campo y en laboratorio. Ambos enfoques han sido gratificantes, aunque distintos. La selección entre uno u otro método la recomendaría según las necesidades específicas del proyecto, considerando factores como la precisión, y los recursos económicos con los que se cuenta. Esta experiencia ha sido fundamental para mi desarrollo profesional y estoy seguro de que las habilidades adquiridas serán de gran utilidad en mi carrera futura.

## Agradecimiento.

Quisiera expresar mi gratitud a todos los profesionales de la universidad que me formaron como profesional en este camino, al equipo de la cátedra de Edafología, quienes siempre estuvieron dispuestos a brindarme apoyo y orientación frente a cualquier duda o inquietud que surgiera. Agradezco a mi asesora y al equipo de laboratorio que siempre estuvieron a la par guiándome en este camino, quienes me han instruido y orientado en las técnicas y metodologías necesarias para analizar las variables del suelo pertinentes para este proyecto.

## Consideraciones:

Dejo en consideración que el alumno Fernando Villalba, ha cumplido satisfactoriamente su trabajo de pasantía bajo el título “Entrenamiento en la determinación de la respiración del suelo a campo y en laboratorio” en la Cátedra de Edafología. Destaco su responsabilidad, interés, puntualidad, cumplimiento y orden a la hora de realizar sus tareas a campo y en el laboratorio. Aplicó además sus conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en la práctica de manera entusiasta y hábil para completar las tareas asignadas diariamente. En la salida a campo ha demostrado interés, y siguió atentamente todas las indicaciones para tomar las muestras de manera adecuada, para luego trasladarlas y acondicionarlas en laboratorio. Fernando es una persona entusiasta, activa, siempre predispuesto a ayudar en la Cátedra cuando terminaba sus tareas del día.

Ha cumplido de manera satisfactorias y bajo los tiempos estimados con todos los objetivos asignados en el proyecto. Además, ha presentado trabajos en congresos, como el de “DETERMINACIÓN DE RESPIRACIÓN A CAMPO EN SUELOS DE REGIMEN ÁCUICO DE CORRIENTES” en el XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.

Enhorabuena Fernando, tu esmero y labor dedicada al estudio y explotación de los diferentes alimentos para que podamos consumirlos merece nuestra felicitación, eres una persona organizada para la producción agrícola en beneficio para la sociedad. Tienes la fortuna de conocer y amar lo que haces, la tierra te escucha, tu aprendes de ella, y florece para ti.

¡Muchas felicitaciones en esta nueva etapa!

## Bibliografía

- ACOSTA, F., GIMENEZ, L., RICHIERI, C., CALVI, M., & RABAGLIO, M. (2009). Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Centro regional Corrientes INTA, Instituto de economía y sociología INTA. ISSN 1851-6955.
- ADACHI, M., BEKKU, Y. S., RASHIDAH, W., OKUDA, T., & KOIZUMI, H. (2006). Diferencias en la respiración del suelo entre diferentes ecosistemas tropicales. *Ecología del suelo aplicada*, 34(2-3), 258-265.
- ALVAREZ, R., & SANTANATOGLIA, O. J. (1985). Actividad biológica y biomasa microbiana en diferentes suelos incubados bajo las mismas condiciones ambientales. *Ciencia del suelo*, 3, 181-182.
- ARZUAGA, S. A., CASTELÁN, M. E., HACK, A. M. E. ROMERO, C. M., ET AL. (2022). Metodologías microbiológicas de indicadores ambientales de suelo. Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste EUDENE; Instituto Agrotécnico Pedro M. Fuentes Godo.
- ESCOBAR, E., LIGIER, H., MELGAR, R., MATTEIO, H., & VALLEJOS, O. (1996). Mapa de suelos de la provincia de Corrientes 1:500.000. EEA Corrientes, INTA.
- FONTÁN R.F. 2013. Represas para riego en Curuzú Cuatiá y Sauce. Corrientes: Estudios y Proyectos Provinciales. Consejo Federal de Inversiones.
- Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo (1999).
- LIU, W.X., ALLISON, S.D., XIA, J.Y., LIU, L.L., & WAN, S.Q. (2016). El régimen de precipitaciones impulsa la respuesta al calentamiento de la biomasa microbiana y la actividad en suelos de estepa templada. *Biología y fertilidad del suelo*, 52, 469–477.
- MARTIN, L. C., COSSOLI, L. C., ROMERO, M. R., ALCONADA M., A. M. E., & ALCONADA M., M. M. (2017). Medición de la actividad respiratoria por volumetría para detectar diferencias en un suelo tratado con distintas enmiendas orgánicas. *Agrotecnia*, 25, rebios 2017. XI Reunión nacional científico-técnica de biología de suelos - Corrientes (Argentina). ISSN: 2545-8906,63. Cát. de microbiología agrícola. FCA – UNNE. - Corrientes.
- MORELLO, J., MATTEUCCI, S. D., RODRÍGUEZ, A. F. Y SILVA, M. 2012. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. 1ª ed. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora
- PARKIN, T.B., DORAN, J.W. & FRANCO-VIZCAINO, E. (1996). Pruebas de campo y laboratorio de la respiración del suelo: 231-246. En: J.W. Doran & A.J. Jones (eds.) *Métodos para evaluar la calidad del suelo*. Sociedad Americana de Ciencia del Suelo. Publicación Especial 49. SSSA Madison, WI.
- SUBKE, J. A., INGLIMA, I., & FRANCESCA COTRUFO, M. (2006). Tendencias e impactos metodológicos en la partición del flujo de CO<sub>2</sub> del suelo: Una revisión meta analítica. *Biología del cambio global*, 12(6), 921-943.

## Anexo



Figura 13.a. Tratamiento forestal (F).



Figura 13.b. Tratamiento pastizal (PAS).

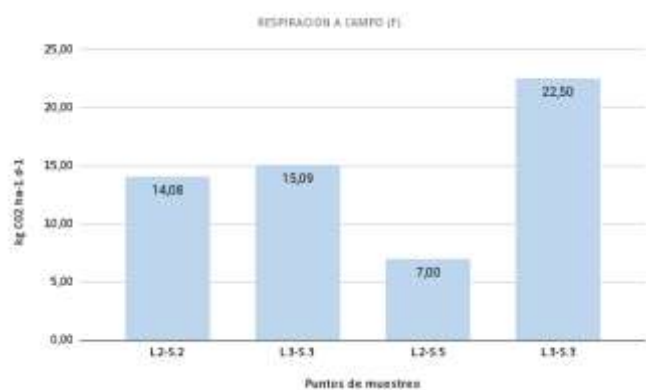


Figura 14.a. Valores obtenidos en respiración a campo en algunos lotes de forestales.

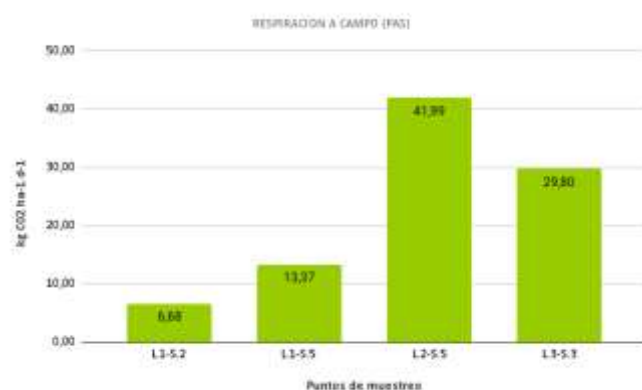


Figura 14.b. Valores obtenidos en respiración a campo en algunos lotes de pastizales.



Figura 15.a. Resultados obtenidos de respiración en forestales laboratorio en algunos lotes.

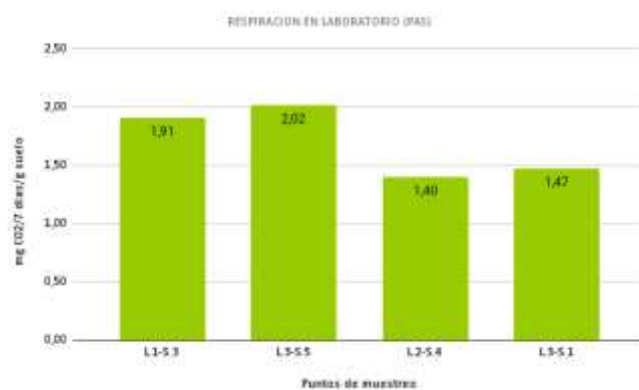


Figura 15.b. Resultados obtenidos de respiración en pastizales laboratorio en algunos lotes.