



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACION

MODALIDAD: "PASANTIA"

TITULO: "Adiestramiento en análisis de laboratorio: reacción del suelo
y fósforo edáfico"

PASANTE: Mastandrea, María Belén.

DIRECTOR: Ing. Agr. (Dra.) Rey Montoya, Tania Soledad.

LUGAR DE TRABAJO: Cátedra de Edafología. Departamento
de Suelo y Agua. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad
Nacional del Nordeste.

TRIBUNAL EVALUADOR: Ing. Agr. Cossoli, Marcela Rosa;
Ing. Agr. (Mgter.) Flores, Flora Elizabet; Ing. Agr. Gerzel,
Gustavo Antonio.

Año: 2023

INDICE

| Tema | Pág. |
|-----------------------------|-------------|
| Introducción..... | 2 |
| Objetivo..... | 2 |
| Materiales y métodos..... | 3 |
| Resultados y discusión..... | 8 |
| Conclusión..... | 9 |
| Bibliografía..... | 9 |
| Agradecimientos..... | 10 |

INTRODUCCIÓN

En la zona de Ituzaingó Corrientes, encontramos suelos del orden Entisol, que son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviales como sedimentos lacustres, limosos y arcillosos, de textura moderadamente gruesa a fina, sin desarrollo definido de horizontes, dándonos un suelo de moderada a baja fertilidad, por ejemplo en sus contenidos de Fósforo, el cual es uno de los minerales esenciales, que afecta directamente a la fotosíntesis, al transporte de nutrientes, crecimiento de raíces, floración y cuajado de frutos, entre otras funciones.

Esta baja oferta nutricional del suelo hace que el tapiz vegetal natural sea un pastizal, compuesto generalmente por *Sorghastrum setosum* (paja amarilla) G. estival, *Andropogon lateralis* (paja colorada) G. estival, *Axonopus compressus* (pasto jesuita) G. estival, *Rhynchospora tenuis* (ciperácea) Ciperácea, *Senecio brasiliensis* (primavera) Maleza (Caracterización y manejo de los pastizales correntinos et al., 2021).

Estos pastizales son utilizados para la cría de ganado bovino, aunque en las últimas décadas se ha visto un creciente cambio de uso del suelo, mediante la implantación forestal de especies exóticas como *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp. en la zona. De la superficie total de plantaciones en la Argentina, el 65% se encuentra concentrada en tres ecoregiones ubicadas en las provincias de Misiones y Corrientes: selva Paranaense, Campos y Malezales y Esteros del Iberá. Este cambio de uso del suelo comúnmente lleva a un cambio en el pH del suelo, tendiendo hacia la acidificación por la deposición de residuos ácidos (hojas).

OBJETIVOS:

- Adquirir experiencia en la metodología para analizar fósforo disponible edáfico.
- Aplicar conocimientos adquiridos en las materias analíticas de la carrera para llevar adelante las mediciones, generar información e interpretar datos obtenidos.
- Cuantificar la reacción del suelo y la variación del fósforo disponible del suelo según el uso del mismo en suelos de orden Entisoles.

MATERIALES Y METODOS:

-Se tomaron muestras sobre un pastizal natural y el mismo suelo bajo sistema de forestación con *Pinus* sp. de 15-17 años de edad.

-Se acondicionaron las muestras de suelo:

Colocándolas en bandejas plásticas individuales, destapadas para que equilibren su humedad con la del aire, desmenuzando los terrones grandes. Se colocó etiqueta con numeración e información a cada una, para darle un número de ingreso al laboratorio.

Luego las muestras se molieron en mortero, y se tamizaron con tamiz número 10 (malla de 2mm), el material mayor a 2mm se descartó (Fig.1).



Fig.1 Molienda y tamizado de muestras.

- Determinación de Fósforo del suelo:

Método de BRAY Y KURTZ: Extracción con Fluoruro de amonio-ácido clorhídrico

Principio:

Los iones fluoruro procedentes del fluoruro amónico complejan iones aluminio y férrico en solución ácida en forma de fluoruros dobles, $AlF_3 \cdot 3NH_4F$; así, pues en el extracto de suelo, en contacto con fosfatos de aluminio y férrico, las

concentraciones de ion aluminio y férrico disminuyen, y la concentración de ion fosfatos aumenta para mantener los productos de solubilidad en sus valores constantes.

Cuando se emplea fluoruro amónico en solución ácida para extraer fósforo en suelos ácidos o neutros, separará alguna parte de iones fosfatos de iones fosfatos “insolubles” de hierro y aluminio, y también disolverá un poco de fosfatos cálcicos. Cuando se utilizan soluciones análogas con suelos alcalinos que contienen carbonatos cálcicos, la acidez del extractante disminuye o desaparece, según sea la cantidad de carbonatos y la relación suelo a solución. Pero, en solución neutra, el fluoruro amónico sigue formando el complejo de aluminio (pero no el complejo de hierro) y se extrae algo de fosfato; las reacciones químicas con suelos alcalinos son, sin embargo, más variables, y la determinación de fosforo disponible puede ser menos satisfactoria.

Los autores de este método seleccionaron dos soluciones de diferente acidez. Con una concentración corriente de fluoruro amónico de 0.03N, la acidez del Bray I es de 0,025N (como HCl) y se afirma que esta solución separa fosforo adsorbido; la acidez del Bray II es 0,1N (como HCl) y esta separa fosforo adsorbido y fosforo soluble en acido.

Se recomienda tiempos de agitado muy breves (1 minuto o menos). De hecho, para muchos suelos, hay pocos cambios en la concentración de fosfatos del extracto al aumentar el tiempo, pero, para algunos, se extrae más o menos fosfatos y esta información puede ser de utilidad.

El ion fluoruro ejerce una ligera acción opuesta a la formación del color azul de molibdeno, de forma que su concentración debe mantenerse constante en las pruebas y en los patrones.

Método Bray-Kurtz I

Reactivos:

-Fluoruro de amonio (FNH₄) 1N

-Ácido clorhídrico (ClH) 0,5N.

-Solución extractora Bray I (FNH₄ 0.03 N, ClH 0,025N): agregar 15 ml de FNH₄ 1N y 25 ml de ClH 0,5N. Enrasar a 500 ml.

-Para-molibdato de amonio (Mo₇O₂₄(NH₄)₆·4H₂O

-Ácido ascórbico: disolver 1,056 g de ácido ascórbico en 200 ml de la solución de paramolibdato de amonio y mezclar. Este reactivo debe renovarse cada 24 horas.

-Solución patrón de fosfatos (50 ppm). A partir de esta, preparar una solución de trabajo de 0; 0,5; 1; 3; 5; 7; 10 ppm.

Procedimiento:

1.Extracción: se pesaron 3 g de suelo, se colocaron en erlenmeyers de 50 ml, con 21 ml de solución extractante y se tapó. Se agitó durante 5 minutos exactamente con agitador mecánico, luego filtró a través de papel de filtro Whatman Nº 42 o equivalente (libre de fósforo) (Fig.3). El filtrado debía ser claro, de lo contrario se volvía a filtrar.

2.Preparación de la curva de calibración del colorímetro: en matraces de 10 ml, se preparó por duplicado, como se describe a continuación: pipeteado de 1 ml de las soluciones de 2, 4, 6, 8 y 10 ppm de fósforo. Agregado de 2 ml de la solución extractora (FNH₄-ClH), 5 ml de agua destilada y 2 ml de la solución de ácido ascórbico. Enrasado a 10 ml y mezclado bien. La concentración final de P obtenida es 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1 ppm. (Fig.2). A partir de los 25 minutos, se hizo la lectura en fotocolorímetro, midiendo Absorbancia en 880 nm. Se calculó el fac abs que resulta del promedio de los factores para cada concentración (0,2/lec1...).

3.Medición del P del suelo: en matraces de 10 ml, se pipeteó 2 ml de extracto. Se llevaron aproximadamente a 7 ml con agua destilada, se agregó 2 ml de la solución de ácido ascórbico y mezcló bien. Se leyó en fotocolorímetro, luego de 25 minutos, la Absorbancia en 880 nm. (Figs 4 y 5). Para calcular las ppm de P en suelo, se procedió así:

$$\text{ppm P en suelo} = \frac{\text{ml ext} \times \text{Vol.d} \times (\text{Lx} / \text{fac abs})}{\text{g suelo} \times \text{ml alícuota}}$$

Donde:

Lx: lectura problema, dividida por el fac abs. (absorbancia).

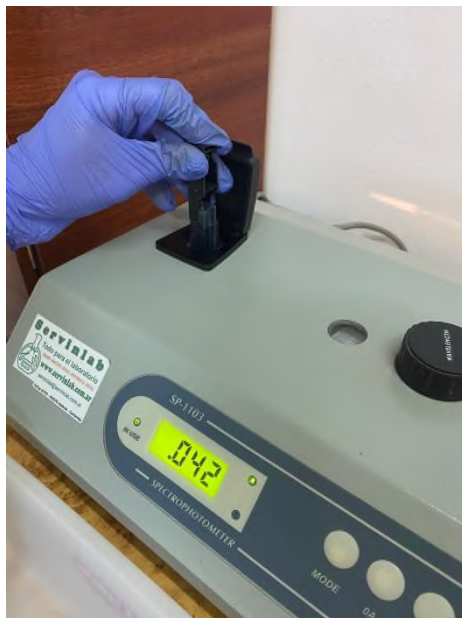
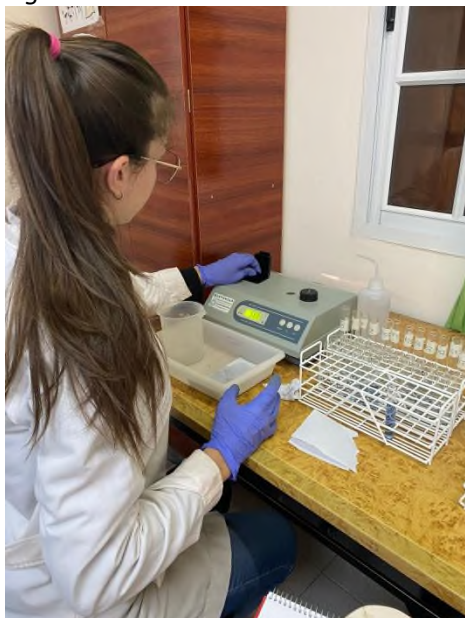
Vol.d: volumen de dilución.



Fig. 2 Curva de calibración del colorímetro.



Fig.3 Filtrado de la solución.



Figs.4 y 5 Lectura en el fotocolorímetro.

-Determinación de pH:

La determinación del valor de pH es probablemente una de las mediciones químicas más importante que se puede hacer en un suelo. A pesar de su simplicidad, no sólo indica si el mismo es ácido, neutro o alcalino, sino que aporta información básica para conocer su potencial agrícola, estimar la disponibilidad de nutrientes esenciales y la toxicidad de otros elementos. Permite predecir los cationes dominantes en los coloides del suelo y está involucrado

en la retención de plaguicidas, factor importante al momento de evaluar contaminación de suelos y aguas y/o persistencia.

El pH de una solución se define como el logaritmo negativo de la actividad del ión hidrógeno. Es una de las características mas importantes de los suelos ya que dependiendo de que un suelo sea ácido o alcalino determina grandemente la solubilidad de diversos compuestos, la fuerza con que los iones se unen a los sitios de intercambio y condiciona la actividad de los micro-organismos del suelo.

Medición del pH en agua:

El pH de una solución puede determinarse por métodos colorimétricos o electrométricos.

En trabajos de campo donde se requieren determinaciones rápidas y de bajo costo se utilizan los métodos colorimétricos mediante indicadores que cambian de color dependiendo de la actividad del ion hidrógeno. Su principal desventaja es que los valores obtenidos son aproximados que dan únicamente una referencia para estudios más detallados.

En determinaciones que requieren mayor exactitud se utiliza el método electrométrico mediante aparatos de diversos tamaños dentro de los cuales se incluyen algunos que pueden utilizarse a nivel campo. Las determinaciones por este método se basan fundamentalmente en la medición del potencial eléctrico de un electrodo sensible

Procedimiento:

- 1) Se pesaron 10 g de muestra y se colocaron en un recipiente de plástico de 50 mL. (Fig.6).
- 2) Se añadió 25 mL de H₂O. (Fig.7).
- 3) Se agitó y dejó reposar durante 1 hora (Figs. 8 y 9).
- 4) Se calibró el pH metro con las soluciones buffers apropiadas (Fig.10).
- 5) Se sumergió el electrodo en el interior de la suspensión.
- 6) Se tomó la lectura del pH hasta que el valor se estabilizó.

Medición del pH en KCl:

Procedimiento:

- 1) Se pesaron 10 g de muestra y depositaron en un recipiente de plástico de 50 mL. (Fig.6).
- 2) Se añadió solución a relación suelo 1:2,5 (Fig.7).
- 3) Se agitó y dejó reposar 30 minutos (Figs. 8 y 9).
- 4) Se calibró el pH metro con las soluciones buffers apropiadas (Fig.10).
- 5) Se sumergió el electrodo en el interior de la suspensión.
- 6) Se tomó la lectura del pH hasta que el valor se estabilizó.



Fig.6 Pesaje.

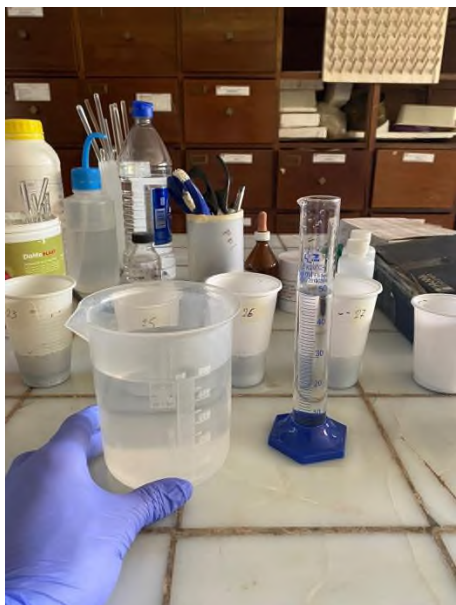


Fig.7 Agregado de solución.



Figs.8 y 9 Agitado con varilla de vidrio.



Fig.10 Calibración del peachímetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Con los resultados obtenidos se hizo un breve análisis de la varianza, pudiéndose ver que:

-En la primer profundidad (0-10cm) se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables evaluadas. Los sitios que presentaron los menores valores de pH y P fueron los lotes forestales.

pH en agua :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 4,09 | 15 | 0,05 | A |
| Pastura | 4,89 | 15 | 0,05 | B |

pH en KCl :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 3,83 | 15 | 0,05 | A |
| Pastura | 4,17 | 15 | 0,05 | B |

P :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 2,08 | 15 | 0,23 | A |
| Pastura | 4,92 | 15 | 0,23 | B |

-En la segunda profundidad analizada se hallaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los sitios evaluados en las variables pH en agua y en pH en solución salina. No se halló diferencia significativa en el P del suelo.

pH en agua :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 4,27 | 15 | 0,05 | A |
| Pastura | 4,74 | 15 | 0,05 | B |

pH en KCl :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 4,07 | 15 | 0,02 | A |
| Pastura | 4,19 | 15 | 0,02 | B |

P :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 2,59 | 15 | 0,38 | A |
| Pastura | 3,63 | 15 | 0,38 | A |

-Teniendo en cuenta la profundidad de 20 a 30 cm no se encontraron significancias en las variables analizadas.

pH en agua:

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 4,68 | 15 | 0,06 | A |
| Pastura | 4,73 | 15 | 0,06 | A |

pH en KCl :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 4,14 | 15 | 0,03 | A |
| Pastura | 4,19 | 15 | 0,03 | A |

P :

| Tratamiento | Medias | n | E.E | |
|-------------|--------|----|------|---|
| Forestación | 2,87 | 15 | 0,34 | A |
| Pastura | 3,63 | 15 | 0,34 | A |

Podemos ver que las forestaciones de Pinus Sp. acidifican el suelo verticalmente en los primeros centímetros, esto se debe a que las acículas de pino son ácidas (3,2 – 3,8 pH), de lenta degradación, por lo cual se acumulan formando un manto una vez que se han degradado y estabilizado, de pH 3,9 -5,5 (Burés 1997).

Los suelos ácidos dificultan la absorción de ciertos nutrientes, como es el caso del Fósforo. Se vió disminución en los primeros centímetros, pudiéndolo relacionar con los efectos del mantillo de acículas.

Otro punto a tener en cuenta del cambio de uso del suelo y sus efectos, es la diferencia de aportes de materia orgánica al suelo, los pastizales aportan constantemente mayores cantidades de MO que las forestaciones de Pinus, con los efectos que esto conlleva (mayor capacidad buffer, fuente de elementos nutritivos, mejora en las propiedades físicas del suelo, entre otras).

CONCLUSIÓN:

Se logró adquirir experiencia en el procesamiento de muestras, determinación de Fósforo en suelo y mediciones de pH.

Se logró afianzar y aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Se logró evidenciar el cambio en algunas propiedades del suelo, producto del cambio de uso del mismo.

Bibliografía:

Baver LD; WH Gardner & WR Gardner. 1991. Física de suelos. Limusa. México. Pp.529.

Burés, Sustratos. S. Editorial: agrotécnicas ediciones, s.l., 1997.

Dewis J y F Freitas. 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín sobre suelos N°10. FAO. Roma. Pp. 36-57.

Fassbender HM. 1982. Química de Suelos. San José, Costa Rica. Pp. 119-164.

Proinsa. 2011. Programa Nacional de Inter laboratorio de Suelos Agropecuarios (PROINSA). INTA de Pergamino.

Porta, JM; M López-Acevedo, & C Roquero. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México. Pp. 227-247.

Toledo, DM; F Paredes; S Arzuaga; TSR Montoya & S. M. Contreras. 2015. Análisis de suelo para uso agropecuario. UNNE. Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Edafología. Corrientes, Argentina.

Tomei, CE; CM Hack y M Porta. 2006. Deficiencias de nutrientes minerales en suelos del Nordeste Argentino. Ensayos de invernadero. Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo". FCA – UNNE. Resistencia–Chaco. Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE. Agrotécnica 16. URL: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/agr/article/view/418/356>

AGRADECIMIENTOS:

Quiero agradecer a mi familia por su apoyo y contención durante todos estos años, mención especial para las velitas de mi madre, el empuje de mi Tita, la paciencia de mi hermano, los consejos de mi padre y la compañía de mi Tata. Sin ellos y su cariño no estaría hoy aquí.

A mis amigos por ser su incondicionalidad, por la alegría y aguante de todos los días.

A mi directora de pasantía la Ing. Agr. (Dra.) Rey Montoya, Tania Soledad, por su compañerismo, sus conocimientos compartidos y profesionalismo.

A la Ing. Agr. Grancik, Carla y toda la Cátedra de Edafología por su calidez y apoyo constantes.

A mi querida Facultad de Ciencias Agrarias y sus profesores, por haberme formado.

A Dios y la vida, por siempre poner todo en su lugar.