

## Concentración y disponibilidad de fósforo en un suelo hortícola urbano.

Micaela Clozza; Amalia Bursztyn Fuentes; Deborah Rondanini; Lucila Bertotti; Luis do Carmo; Alejandra M. de los Ríos\*

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. alerios@agro.uba.ar

### Resumen

El fósforo (P) es un macronutriente esencial en el crecimiento vegetal, con bajas entradas al agroecosistema. El manejo agroecológico de los cultivos promueve la fertilidad y diversidad biológica del suelo sin uso de productos de síntesis química. Con el objetivo de evaluar la incorporación de enmiendas sobre la disponibilidad de fósforo en el suelo de la Huerta Experimental de FAUBA se aplicaron 5 tratamientos: Harina de Hueso (HH), Microorganismos (M), Humus (C), Harina de Hueso + Microorganismos (HH+M) y Testigo (T) utilizando un diseño completamente aleatorizado con 6 repeticiones. Pasados 180 días se tomaron muestras de suelo y se analizó el contenido de P total y P extractable. Los tratamientos HH y HH+M aumentaron la concentración de P total y P extractable en suelo, siendo significativo para HH+M, en ambos casos. Se espera poder compartir estos resultados para contribuir a la adopción de prácticas agrícolas sustentables.

**Palabras clave:** Huertas urbanas; enmiendas; manejo agroecológico.

### Abstract

Phosphorus (P) is an essential macronutrient in plant growth, with low inputs to the agroecosystem. Agroecological crop management promotes soil fertility and biological diversity without the use of chemically synthesized products. In order to evaluate the incorporation of amendments on the availability of phosphorus in the soil of the Experimental Garden (FAUBA, Argentina), 5 treatments were applied: Bone Meal (HH), Microorganisms (M), Humus (C), Bone Meal + Microorganisms (HH + M) and Control (T), using a completely randomized design with 6 repetitions. After 180 days, soil was sampled, and total and extractable P were determined. The HH and HH + M treatments increased the concentration of total P and extractable P in soil, being significant for HH + M, in both cases. We hope to share these results to contribute to the adoption of sustainable agricultural practices.

**Keywords:** Urban vegetable gardens; amendments; agroecological management.

### Introducción

Tanto a escala global como nacional, la intensificación de la agricultura ha causado la pérdida en los contenidos de nutrientes, agua y materia orgánica, incrementos en la erosión y compactación de los suelos generando la degradación física, química y biológica de los mismos (Giuffré y Ratto., 2013). Estas prácticas alteran la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas a diversas escalas y, consecuentemente, la provisión de servicios ecosistémicos con implicancias ecológicas y efectos en la salud humana a corto y largo plazo (Sarandón, 2018).

El fósforo (P) como macronutriente esencial para el crecimiento vegetal, tiene su origen en la roca madre, por ello su principal característica es la insolubilidad. Participa en procesos metabólicos tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía, síntesis y degradación de los carbohidratos (Conti, 2017). En cuanto al balance en suelo, la principal salida de P de los agroecosistemas es por cosecha (exportación de

producto obtenido). Las pérdidas debido a la erosión, lixiviación o escurrimiento superficial, son mínimas por la alta interacción del elemento con la fase sólida del suelo, por lo que, al tratarse de un elemento con bajas a nulas entradas en el agroecosistema, debe contemplarse los ingresos mediante agregado de enmiendas orgánicas o fertilización (Álvarez *et al.*, 2008).

En la actualidad, la adición de fertilizantes fosforados sintéticos es una práctica muy difundida en la agricultura convencional. Este tipo de productos pueden actuar como contaminante de cuerpos de agua, provocando graves problemas ambientales tales como procesos fuertes de eutrofización (Grillo, 2013; Ciapparelli *et al.*, 2016) e incorporar inadvertidamente impurezas, tales como metales pesados (Giuffré y Ratto., 2013).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de distintas enmiendas en la concentración y disponibilidad de fósforo en un suelo de una huerta urbana de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

## **Metodología**

### Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en el predio de la Huerta Experimental de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina (34° 59' S, 58° 48' O). El terreno sobre el cual se trabajó es un suelo de relleno, que sufrió el agregado de tierras de obras realizadas en la Ciudad de Buenos Aires.

### Tratamientos y diseño experimental

En un cantero dentro del invernáculo de la huerta, se seleccionó una porción de terreno de 30 metros de largo y 1 metro de ancho. Dicho espacio se dividió en 30 parcelas de 1 m<sup>2</sup> que constituyen las unidades muestrales. Se acondicionó el terreno y se tomaron muestras de suelo de las 30 parcelas para analizar parámetros fisicoquímicos de rutina y metales pesados. Se procedió realizar un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos aplicados fueron: Harina de Hueso (HH), Microorganismos (M), Humus (C), la combinación de Harina de Hueso y Microorganismos (HH+M) y un Testigo (T), sin tratamiento alguno.

Dado el origen natural de las enmiendas utilizadas, la composición y el mecanismo de acción varían de un tratamiento a otro. Por ello, su aplicación fue realizada teniendo en cuenta las dosis usuales de trabajo (indicadas en el marbete o según asesoramiento) o aquellas factibles de ser aplicadas por un productor. En este sentido, se reconoce que no todas las enmiendas aportan iguales cantidades de P. La formulación de los tratamientos se detalla a continuación:

- HH: Agregado de 150g de harina de hueso/m<sup>2</sup>, por única vez.
- M: Aplicación de 330mL de la suspensión con *Pseudomonas protegens* BNM 296, en tres etapas.
- C: Agregado de 2,5L de humus/m<sup>2</sup>, por única vez.
- M+HH: Agregado de 330mL de la suspensión con *Pseudomonas protegens* BNM 296, en tres etapas y, paralelamente, 150g de harina de hueso /m<sup>2</sup> por única vez.

### Análisis de laboratorio

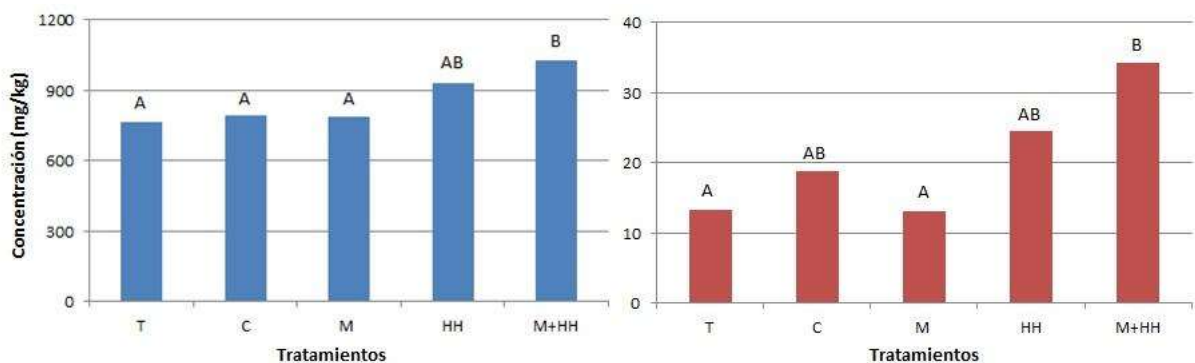
La toma de muestras de suelo antes y después de la aplicación de los tratamientos se realizó con un barreno a 20 cm de profundidad. Se tomaron 3 submuestras de cada una de las parcelas. Los parámetros fisicoquímicos de rutina analizados fueron: pH y conductividad eléctrica (CE) con un peachímetro y

conductímetro HANNA Combo Tester Modelo HI98129 por métodos normalizados (Page et al., 1982), carbono fácilmente oxidable (%CO) (Walkley y Black, 1934), contenido de Materia Orgánica (%MO) a partir del contenido de carbono, el contenido de fósforo total (por espectrometría de fluorescencia de rayos X con un equipo S8-TIGER Brunner) y fósforo extractable (Bray y Kurtz, 1945).

## Resultados y discusiones

El suelo de la huerta urbana posee un pH levemente ácido y una CE baja. Cabe resaltar que las concentraciones de P total y de P extractable son 767 mg/kg y 13,24 mg/kg respectivamente, donde el P extractable representa un 1,7 % del total. Para el caso de los metales pesados cuantificados en este estudio, todos los valores obtenidos a partir de las muestras de suelo previo a aplicación de tratamientos se encuentran por debajo de los límites establecidos en el Decreto Reglamentario de la Ley 24.051. Esto denota que, si bien el terreno de la Huerta Experimental de FAUBA es un suelo de relleno ubicado en plena Ciudad de Buenos Aires, no hay presencia relevante de contaminación metálica, resultando un suelo apto para una agricultura orgánica y/o agroecológica.

En lo que respecta al contenido de P, se observó que el P total del suelo se vio afectado significativamente por los tratamientos ( $p=0,0018$ ) siendo mayor la cantidad en HH+M ( $1024 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), intermedia en HH ( $922 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e inferior en el resto de los tratamientos ( $772\text{-}796 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Únicamente M+HH se diferenció significativamente del tratamiento testigo (T) con un incremento del 32,6%. Por otro lado, los valores obtenidos de P extractable de las muestras de suelo posterior aplicación de tratamientos mostraron una tendencia similar a las de P total (Figura 1). El tratamiento HH evidenció un aumento del 85,7% con respecto al Testigo. Del mismo modo, la combinación del agregado de M+HH presentó el mayor incremento (158,7%), siendo el valor de  $34,25 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Únicamente para este último el aumento fue estadísticamente significativo. Se realizó una regresión lineal para estudiar la relación entre el P total y el P extractable en suelo y se observó que el P total del suelo se relaciona linealmente con el P extractable suelo ( $p<0,001$ ;  $R^2=0,80$ ).



**Figura 1.** Concentración de P total (izq.) y P extractable (der.) bajo los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey).

Teniendo en cuenta que la incorporación de harina de hueso es un aporte directo de P (a diferencia de aquellos tratamientos donde se busca aumentar la disponibilidad), no debería sorprender que los tratamientos que incluyen a dicha enmienda aumenten las concentraciones de P total (y extractable) iniciales. Sin embargo, resulta interesante analizar el efecto potenciado en los tratamientos donde se aplicaron los microorganismos. Sin incorporación adicional de P, los microorganismos no tuvieron ningún efecto significativo en el P extractable del suelo. Sin embargo, en un medio con alta concentración de P (dado por la incorporación de HH), los microorganismos aumentaron aún más el P extractable en suelo.

Entonces, los MM tendrían un rol mediador y permitirían solubilizar las formas insolubles de compuestos fosfóricos inorgánicos e incrementar la mineralización del fósforo orgánico, como fue evidenciado también por otros autores (Gaind, 2012; Shi *et al.*, 2017).

### Conclusiones

La adición de las *Pseudomonas* en procesos de enmiendas con fuentes de alto contenido en fósforo, mostró un comportamiento interesante, dado que se observó un efecto sinérgico con la harina de hueso: la concentración de P extractable en el tratamiento HH+M se diferenció significativamente del resto de las enmiendas trabajadas, incluso de HH y de M. Probablemente, el agregado de microorganismos permitió solubilizar las formas insolubles de compuestos fosfóricos inorgánicos e incrementar la mineralización del fósforo orgánico, aumentando la disponibilidad de fósforo presente en el suelo. En función a estos resultados, esta resultaría una estrategia útil (la aplicación de las enmiendas con bacterias y agregado de fósforo) para aquellos productores que deseen incrementar la concentración de P en sus lotes de una temporada a otra.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez, R; Steinbach, H; Lavado, R y Boem, F. (2008). Materia orgánica: Valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos. "Fósforo orgánico en suelos cultivados". Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Bray, R. H. y L. T. Kurtz. (1945). Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Ciapparelli. I. C.; Fabrizio de Iorio, A.; García, A. (2016). Phosphorus downward movement in soil highly charged with cattle manure. *Environmental Earth Sciences* 75 (568).
- Conti, B. S. (2017). Distribución de silicio y fósforo entre plantas de Ryegrass y un Hapludol de Intendente Alvear, La Pampa. Repositorio Digital de la Facultad de Agronomía UBA.
- Gaind, Sunita. (2013). *Pseudomonas striata* para mejorar la disponibilidad de fósforo en el suelo bajo cultivo de mijo perla. *Diario de mejora de cultivo*, 255-271.
- Giuffré, L. y Ratto, S. (2013). Agroecosistemas. Impactos ambiental y sustentabilidad. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Grillo, A. O. (2013). Transporte de nutrientes en aguas de escorrentía desde suelos de una toposecuencia de la cuenca del Arroyo Morales. Repositorio Digital de la Facultad de Agronomía UBA.
- Page, A. L.; Miller, R. y Keeney, D. R. (eds.). (1982). *Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties.* Agronomy 9, 2nd edition. (ASA-SSSA. Publ: Madison, WI, USA).
- Sarandón, S. (2018). 1er Seminario de Argentino de Agroecología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata.
- Shi, X. K. (2017). Efectos de la aplicación de bacterias solubilizadoras de fosfato en la disponibilidad de fósforo del suelo en el área de subsidencia de la minería del carbón en Shanxi. *Revista de interacciones vegetales*, 137-142.
- Walkley A. y Black A. (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*, 37, 29-38.