

Efecto de la adición de una turba comercial en la asimilabilidad del cobre, zinc, hierro y manganeso de un suelo en el que se ha cultivado trigo

P. Almendros, J.M. Alvarez, D. Gonzalez, A. Obrador

Departamento de Química y Análisis Agrícola, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España;
[*p.almendros@upm.es](mailto:p.almendros@upm.es)

Resumen

Se ha estudiado el efecto de la adición de diferentes cantidades de una turba comercial (con un 80 % de turba rubia y un 20% de turba negra) en la asimilabilidad de los elementos nutritivos en un suelo calcáreo en el que se cultivó trigo. Para ello se determinaron los contenidos en N, P y K, así como las concentraciones totales y potencialmente asimilables para las plantas de los micronutrientes Cu, Zn, Fe y Mn. También se determinó el rendimiento en grano y el índice de cosecha del cultivo de trigo realizado en función del tratamiento de turba aplicado. Los resultados estadísticos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la concentración total de N, K, Cu, Zn, Fe y Mn en el suelo de la rizosfera del cultivo. Sin embargo sí se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) en las concentraciones de Cu, Zn, Fe y Mn potencialmente disponibles en el suelo, aumentando en general, dichas concentraciones con los incrementos de la dosis de turba. El aumento de la dosis de turba también afectó al valor de pH del suelo, disminuyendo el valor del mismo a medida que aumenta dicha dosis. El mayor rendimiento en grano del cultivo de trigo se obtuvo con el tratamiento con turba que consiguió en el suelo un contenido en materia orgánica del 2,5 %.

Introducción

Las aplicaciones de turba al suelo pueden favorecer algunas propiedades del mismo, ya que aumentan la capacidad de retener agua, la porosidad (que mejora la aireación y el drenaje), la densidad aparente (facilitando el desarrollo radicular) y su capacidad amortiguadora, que permite equilibrar el pH. La turba es considerada como una fuente de liberación lenta de N y puede mejorar la disponibilidad de nutrientes para la planta (FAO, 2002). En las turbas se encuentran otros componentes beneficiosos, como pueden ser los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos. Por otra parte, la adición de materia orgánica (MO) contribuye a mejorar las condiciones químicas del suelo y a aumentar su capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Las turbas rubias suelen tener un elevado contenido en MO (80-90%) y están menos descompuestas. Proporcionan excelentes propiedades de aireación y de retención de agua al suelo, tienen bajo pH (3,5 - 4,0) y bajo contenido en nitrógeno. La CIC es aproximadamente de 60 a 120 meq/L. Las turbas negras están más mineralizadas y presentan un menor contenido en MO (en torno a un 50%) debido a su alto grado de descomposición. Tienen una baja capacidad de retención de agua y un contenido en N de medio a alto. Su CIC suele estar comprendida entre aproximadamente 250 y 350 meq/L. Además tienen un alto porcentaje en cenizas (alrededor de un 50%), que indica su avanzado estado de mineralización.

El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de la adición de diferentes dosis de una turba comercial (80 % turba rubia y 20% de turba negra) en la asimilabilidad de los elementos nutritivos de un suelo calcáreo cultivado con trigo.

Material y métodos

Este experimento fue realizado en la finca experimental El Encin (INIA) en la Comunidad de Madrid. Las principales características del suelo se recogen en la Tabla 1. Los métodos utilizados en estas determinaciones se encuentran en Sparks et al. (1996).

Tabla 1: Propiedades físicas, químicas y fisico-químicas del suelo.

| PROPIEDADES QUÍMICAS | |
|------------------------------|-------|
| P asimilable (Olsen) (mg/kg) | 30,87 |
| MO oxidable (%) | 1,48 |
| N (%) | 0,10 |
| K ₂ O (%) | 1,33 |
| Carbonatos totales (%) | 8,87 |
| Caliza activa (%) | 3,43 |
| C.I.C. (mmol(+)/100g) | 25,66 |
| Saturación de bases (%) | 100 |
| Cationes de cambio (mg/kg) | |
| Ca ²⁺ | 4280 |
| Mg ²⁺ | 320 |
| Na ⁺ | 67 |
| K ⁺ | 520 |

| PROPIEDADES FÍSICAS | |
|--|-------------------------------|
| Color en seco 7.5YR 4/6 | |
| Granulometría (%) | |
| Arena (2 - 0,05 mm) | 31 |
| Limo (0,05 - 0,002 mm) | 54 |
| Arcilla (< 0,002 mm) | 15 |
| Textura USDA | Franco Limoso |
| Densidad aparente (g/cm ³) | |
| | 1,2 |
| Capacidad de campo (33kPa) (g H ₂ O/100g suelo) | |
| | 26,1 |
| Permeabilidad | Moderadamente baja – Moderada |

| PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS | |
|-----------------------------|-------|
| pH (1:2,5) | 8,38 |
| C.E. (μS/cm) | 188,1 |
| Potencial redox (Eh) mV | 443 |

De acuerdo a las recomendaciones de dosificación, que consideran que se deben alcanzar niveles entre el 2 y el 4% de materia orgánica en el suelo, se aplicó una turba comercial (Sustrato 32 forestal, Pindstrup Mosebrug

SAE) con un 80% de turba rubia (0–10 mm) y un 20% de turba negra (0–5 mm), en tres dosis diferentes para conseguir unos niveles de MO en el suelo del 2,5; 3,0 y 3,5%, respectivamente. Se utilizaron parcelas de 12 m² y se realizaron 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos. La distribución se realizó mediante un diseño de bloques completos al azar. El cultivo de trigo (*Triticum aestivum*, L. var. Mecano) fue sembrado con una densidad de siembra de 200 kg/ha. En el momento de la cosecha del grano de trigo se recogió suelo de la zona de la rizosfera, se tamizó y se determinó el contenido de N, P₂O₅ y K₂O en el mismo (Bremmer, 1996; MAPA, 1994; Olsen 1954), el contenido en MO oxidable (Walkley y Black, 1934; Primo y Carrasco, 1980) y las concentraciones totales y disponibles para la planta de Zn, Cu, Fe y Mn estimadas por el método DTPA-TEA (Lindsay y Norwell, 1978), así como el pH del suelo (Chapman y Patt, 1961). También se determinó el rendimiento en grano del trigo y el índice de cosecha del mismo, calculado porcentualmente a partir del cociente entre el peso del grano y el peso total de la planta. Las concentraciones de Zn fueron determinadas por espectrofotometría de absorción atómica de llama (Perkin-Elmer AAnalyst 700). Los análisis estadísticos de los resultados fueron realizados con Statgraphics Plus-5.1 software. Las comparaciones múltiples de variables fueron llevadas a cabo usando el método LSD de separación de medias. También fueron realizados análisis de regresión simple. Estos análisis fueron establecidos con un nivel de probabilidad de $P \leq 0,05$.

Resultados y discusión

Los resultados mostraron la no existencia de diferencias significativas entre la concentración total de N del suelo de los diferentes tratamientos con turba aplicados, estas concentraciones variaron entre 0,9 y 1,2 g N kg⁻¹ de suelo (para los tratamientos de turba que consiguieron contenidos de MO en el suelo del 2,5 y del 3,5%, respectivamente). Sí se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre la concentración total de P del suelo de los diferentes tratamientos con turba. Las concentraciones de P total oscilaron entre 3,1 y 4,2 g P₂O₅ kg⁻¹ suelo (para los tratamientos de 2,5 y 3,5% MO, respectivamente). En cuanto a la concentración total de K en el suelo los resultados obtenidos mostraron que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de turba aplicados, variando los

valores de dichas concentraciones entre 6,9 y 10,9 g K₂O kg⁻¹ de suelo (para los tratamientos del 2,5 y 3,5%, respectivamente).

La aplicación de las diferentes dosis de turba no tuvo un efecto estadísticamente significativo en las concentraciones totales en el suelo de la rizosfera de Cu, Zn, Fe y Mn. Las concentraciones de Cu total en el suelo, oscilaron entre 20,91 y 25,47 mg Cu kg⁻¹ de suelo (para los tratamientos que consiguieron el 2,5 y 3,5% MO, respectivamente). En cuanto a las concentraciones de Zn, éstas fueron superiores y variaron entre 57,93 y 78,85 mg Zn kg⁻¹ de suelo (para los tratamientos del 2,5 y el 3,5% de MO, respectivamente). Las concentraciones de Fe variaron entre 15.12 y 16.93 g Fe kg⁻¹ de suelo (para los tratamientos del 3,5 y 3,0 % MO, respectivamente) y las concentraciones de Mn entre 317 y 320 mg Mn kg⁻¹ de suelo (para los tratamientos de 2,5 y el 3% MO, respectivamente).

Como se observa en la Figura 1, las concentraciones de micronutrientes (Cu, Zn, Fe y Mn) potencialmente disponibles para la planta dependieron del tratamiento de turba aplicado. En todos los casos se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$) alcanzándose, las mayores concentraciones de Cu, Zn y Fe potencialmente disponible con la dosis más alta de turba aplicada. Las mayores concentraciones de Mn potencialmente disponible se observaron con los tres tratamientos en los que se aplicó turba. La materia orgánica sólida puede retener metales como el Cu y el Zn en la fase sólida del suelo, sin embargo la materia orgánica disuelta puede aumentar la movilidad de estos metales (Japenga et al., 1992; Bolan et al., 2003; Kumpiene et al., 2008). Narwal y Singh (1998) obtuvieron incrementos en la biodisponibilidad de Cu y Zn al aplicar diferentes fuentes y dosis de materia orgánica en forma de turba. Resultados similares fueron obtenidos por Arnesen y Singh (1998).

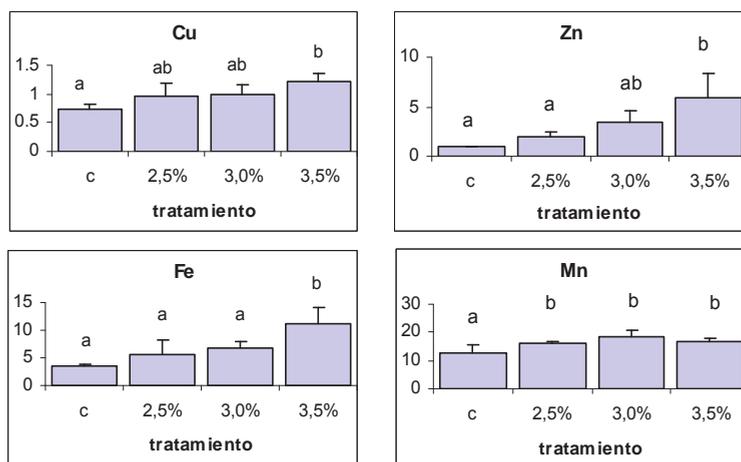


Figura 1. Concentración (mg micronutriente kg⁻¹ suelo) de micronutrientes (Cu, Zn, Fe y Mn) potencialmente disponible para la planta en función de los diferentes tratamientos de turba aplicados al suelo. (c, control-sin aplicación de turba-)

En cuanto al pH del suelo, los valores variaron desde 8,39 (para el tratamiento con la menor dosis de turba) y 8,28 (tratamiento con la mayor dosis de turba).

Respecto a los parámetros estudiados en el cultivo de trigo, se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos tanto en el rendimiento en grano del cultivo como en el índice de cosecha del mismo. Como se observa en la Figura 2a, los valores del rendimiento en grano del cultivo fueron más altos con la menor dosis de turba aplicada, disminuyendo con las dosis de aplicación superiores, obteniéndose además para este tratamiento el mayor índice de cosecha de los tratamientos tratados con turba (Figura 2b).

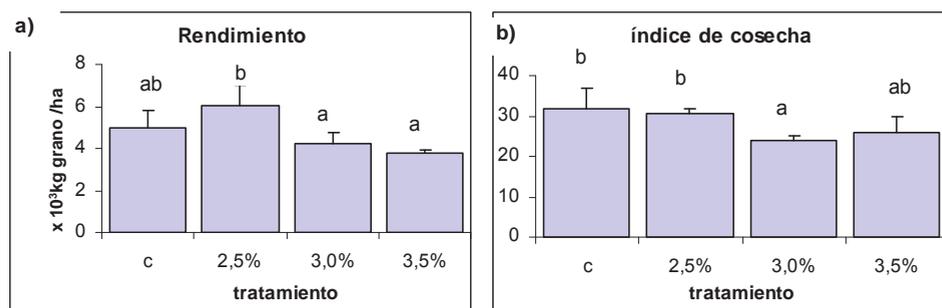


Figura 2. a) Valores de rendimiento en grano del cultivo de trigo en función de los diferentes tratamientos de turba aplicados b) índice de cosecha del cultivo en función de los diferentes tratamientos aplicados (c, control-sin aplicación de turba-).

En conclusión, aunque el aumento de dosis de turba aplicada provoca un aumento de la disponibilidad potencial de los micronutrientes Cu, Zn, Fe y Mn, los valores del cultivo estudiado indican que la dosis de turba con la que se consigue un 2,5% de MO en el suelo sería la dosis de aplicación más conveniente tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

Agradecimientos

Los autores desean expresar un especial agradecimiento a Pilar Ortiz por su ayuda en la realización de los análisis.

Bibliografía

- Arnesen AKM, Singh BR. 1998. Plant uptake and DTPA-extractibility of Cd, Cu, Ni and Zn in a Norwegian alum shale soil as affected by previous addition of dairy and pig manures and peat. *Canadian Journal of Soil Science*. 78:531-539.
- Bolan N, Adriano D, Mani S, Khan A. 2003. Adsorption, complexation and phytoavailability of copper as influenced by organic manure. *Environmental Toxicology Chemistry* 22:450-456.
- Bremner JM. 1996. Total nitrogen. En: *Methods of soil analysis*. (Sparks DL ed) ASA-SSSA, Madison, WI, p. 1085-1121.
- Chapman HD, Pratt PF. 1961. *Methods of analysis for soils, plants and waters*. Div of Agric Sci, Univ of California, Berkeley.
- FAO. 2002. *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma.
- Japenga J, Dalenberg JW, Wiersma D, Scheltens SD, Hesterberg D, Salomons W. 1992. Effect of liquid animal manure application on the solubilization of heavy metals from soil. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 46:25-39
- Kumpiene J, Lagerkvist A, Maurice C. 2008. Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendments –a review. *Waste Managements* 28:215-225
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci Soc Am J*. 42:421-428.
- MAPA. 1994. *Metodos oficiales de análisis*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Madrid, Spain.
- Narwal RP, Singh BR 1998. Effect of organic materials on partitioning, extractability and plant uptake of metals in an alum shale soil. *Water Air, Soil Pollution*. 103: 405-421.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA. 1954. *Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate*. USDA Circ 939. US Gov Print Office, Washington, DC.
- Primo E, Carrasco JM. 1980. *Química Agrícola I. Suelos y fertilizantes* Ed. Alhambra, Madrid.
- Sparks DL. 1996. *Methods of Soil Analysis* ASA-SSSA, Madison, WI, USA
- Walkley A, Black IA. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37:29-37