

PROPUESTA DE MODELO DE FERTILIZACIÓN EN SUELOS EMPLEANDO ENSAYOS DE ADSORCIÓN FÍSICOQUÍMICA.

Carlos Busatto, Pablo Húmpola, Azucena Mondino, Héctor Odetti, María del Carmen Tiburzi

Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral, CC 242 (3000) Paraje "El Pozo".
Santa Fe. Argentina. p_humpola@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los estudios de adsorción en el suelo son útiles para proporcionar información esencial sobre la movilidad de las sustancias químicas, su distribución en el suelo y disponibilidad para los cultivos. A través de los mismos, es posible determinar las relaciones existentes entre las cantidades agregadas a los suelos para la fertilización y la cantidad de fósforo biodisponible [1-3]. La expansión del cultivo de soja en siembra directa requiere el agregado de altas dosis de fertilizantes fosfatados y estas no siempre representan la fracción real utilizada por la planta, lo cual lleva a un incremento en los niveles empleados en forma directa que muchas veces pueden determinar un costo y uso mayor del fertilizante y riesgo de toxicidad para el suelo [4]. La aplicación de diversos modelos de ajuste matemático permite generar un modelo estimado, orientado al uso de cantidades discretas de fertilizantes, de acuerdo con la capacidad de adsorción en el suelo y la biodisponibilidad del nutriente para un cultivo determinado. En términos generales, podemos decir que valores de fósforo disponible Bray-Kurtz por debajo de 5 ppm son muy bajos, entre 5 y 10 bajos, entre 10 y 20 medios y por encima de 20 adecuados.

El objeto del estudio consiste en proponer un modelo matemático de fertilización, para establecer la dosis de fertilizante que debe agregarse al suelo para incrementar el nivel del fósforo disponible, teniendo en cuenta los parámetros de capacidad y afinidad deducidos del estudio de adsorción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con suelos provenientes de una parcela experimental de la ciudad de San Carlos, provincia de Santa Fe-Argentina, destinada al cultivo de *Glycine max* (Soja). Las tomas de muestras fueron realizadas a 25 cm de profundidad y los ensayos de adsorción fueron planificados en tres momentos distintos entre diciembre 2010 y febrero de 2012: 1. Suelo tratado con fertilizante a base de superfosfato triple (SF1); 2. Suelo poscosecha de soja (SPC) y 3. Suelo con aplicación de fertilizante (SF2) a base de superfosfato triple de acuerdo al modelo de adsorción establecido en 2.

La medición de fósforo extraíble en el suelo se realizó previa extracción con solución de NH_4F 0.03 M en HCl 0.025 M. El estudio de adsorción se realizó construyendo isotermas a 303 K. La masa de suelo seco, con un tamaño de partícula uniforme de 2 mm, fue de $1.000 \text{ g} \pm 0.005 \text{ g}$. Las soluciones iniciales de fósforo (KH_2PO_4), se prepararon en un rango de concentraciones de 12.5 mg/L a 150 mg/L en electrolito soporte de KCl 0.1 mol/L. El tiempo de equilibrio fue de 24 hs.

El fósforo total extraíble y las concentraciones iniciales y de equilibrio de las isotermas se midieron por el método automatizado de Bray-Kurtz, empleando analizador HANNA

HI 83225. Para el análisis de los datos experimentales del estudio de adsorción, se propuso el modelo matemático Freundlich [5], expresado como:

$$n = K_F \cdot C_{eq}^{1/n_F}$$

donde K_F ($\text{mg}^{1-(1/n_F)} \text{L}^{1/n_F} \text{g}^{-1}$) representa la cantidad de fósforo adsorbido cuando la concentración en la solución es igual a la unidad y ha sido utilizada como índice de la capacidad relativa de adsorción. El valor de K_F también ha sido empleado como una medida de íntima relación con la capacidad reguladora de fósforo del suelo. El coeficiente n_F esta asociado a la afinidad entre el fósforo y el suelo: valores de n_F en el rango 2–10, representa buena adsorción, entre 1–2 moderada, y menor a 1 adsorción escasa. Algunos autores han utilizado la inversa del exponente de Freundlich ($1/n_F$) como representante del factor afinidad, debido a que existe una relación directa con el fósforo absorbido por las plantas [6]. La dosis estimada de fertilizante a base de superfosfato triple (Kg/Ha), se dedujo a partir de la capacidad relativa de adsorción (K_F), la densidad aparente del suelo (1.0379 Kg/dm^3) y el volumen por hectárea ($2 \cdot 10^5 \text{ dm}^3$)

RESULTADOS

A continuación se consideran los resultados de los valores promedios correspondientes a cinco muestras de cada momento en el que fue realizado el estudio:

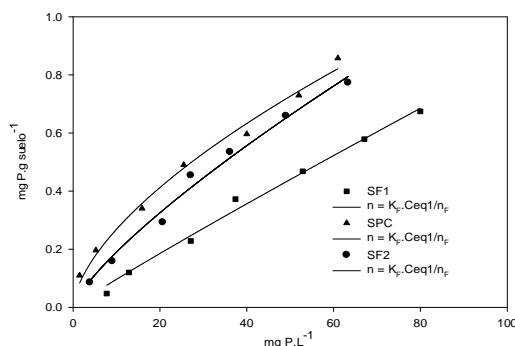
Tabla 1: Fósforo total extraíble- Bray-Kurtz- (mg/Kg)

SF1	SPC	SF2
31.64	13	26.7

Tabla 2: Parámetros del modelo de adsorción

Año	SUELO	K_F	$1/n_F$	n_F	R^2
Dic 2010	SF1	0.0110	0.9432	1.06	0.99
Ago 2011	SPC	0.0648	0.6177	1.62	0.99
Feb 2012	SF2	0.0244	0.8826	1.13	0.99

Fig.1: Isoterma de Fósforo en Solución Acuosa sobre SF1, SPC Y SF2



Teniendo en cuenta el parámetro de ajuste K_F asociado con la capacidad relativa de retención de fósforo del suelo SPC, se determinó la dosis, siendo la misma equivalente a 102 kg/Ha.

CONCLUSIONES

Al comenzar con el estudio de adsorción, el contenido inicial de fósforo del suelo fertilizado (SF1) es mayor que el del suelo sin fertilizar luego de la siembra de soja (SPC) (tabla1), por lo que adsorbe siempre menor cantidad de fósforo a cualquier concentración en solución (Fig. 1). Por ello, la capacidad relativa de adsorción (K_F) de Freundlich presentan valores significativamente inferiores en el suelo fertilizado (SF1 y SF2) respecto al suelo poscultivo (SPC) (tabla 2) y con una tendencia a disminuir la afinidad (n_F) indicando una mayor disponibilidad de fósforo para las plantas ($1/n_F$). En el suelos que ha recibido la fertilización posterior a la dosis recomendada según el estudio de adsorción (SF2), se observa no solo un nuevo aumento en el fósforo extraíble total sino también una nueva caída en la adsorción del mismo, similar al comportamiento inicial (SF1).

El empleo de los parámetros derivados de las ecuaciones de adsorción, brindan una valiosa información sobre las propiedades adsorbidas del fósforo del suelo. Estos índices podrían ser utilizados como estimadores de los requerimientos de las plantas con algunas ventajas respecto a los clásicos métodos de extracción de fósforo; teniendo en cuenta que los parámetros capacidad y afinidad regulan la dinámica del fósforo, mientras que los métodos extractivos solo dan idea del estado actual del fósforo en el suelo.

REFERENCIAS

- [1] Antelo, J.; Arce, F.; Avena, M.; Fiol, S.; López, R.; Macías, F. *Geoderma*. **2007**, *138*, 12.
- [2] Tisdale, S.L.; Nelson, W.; Beaton, J. in *Soil fertility and fertilizers Macmillan/McGraw-Hill School Publishing Co. 4° edition. Chapter 6*, New York **1985**, 189.
- [3] Violante, A.; Pigna, M.; Ricciardella, M.; Gianfreda, L. *Developments in Soil Science* **2002**, *28*, 279.
- [4] FAO Technical papers. FAO Fertilizer and plant nutrition. **2007**, en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1595e/a1595e03.pdf>
- [5] Zamuner, E.; Culot, J. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* **1999**, *14*, 107.
- [6] Vázquez, S.; Morales, L. *Ciencia del Suelo* **2000**, *18*, 89.