

USO DE RESINAS DE INTERCAMBIO PARA MEDIR EL EFECTO DE LAS ROTACIONES EN LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

S. Salisbury y N. Christensen

Introducción

Uno de los métodos más prometedores para estimar la disponibilidad de nutrientes es la tecnología de las resinas de intercambio. Esta tecnología permite eliminar los problemas inherentes a la extracción química de los elementos en una muestra de suelos. Su uso puede llevar a una refinada forma de diseñar recomendaciones de fertilización que beneficien a los productores y el ambiente.

Los intercambiadores de iones son materiales sintéticos insolubles, orgánicos o inorgánicos, que contienen formas lábiles de iones que pueden ser intercambiados con otros iones en el medio circundante. Procesos similares que ocurren en la naturaleza son el intercambio de cationes en los coloides del suelo y la toma de nutrientes por las raíces de las plantas. Se pueden encontrar en el mercado intercambiadores de aniones y cationes en la forma de membranas o cápsulas.

Una ventaja de las resinas de intercambio sobre los métodos tradicionales de extracción de nutrientes es la relación mecánica entre la recuperación de nutrientes por las resinas de intercambio y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. La difusión de iones es el principal mecanismo que controla la concentración de nutrientes en la superficie de las raíces, especialmente para los nutrientes inmóviles como fósforo (P) y potasio (K). De igual forma, la acumulación de iones en las resinas de intercambio depende de la concentración y la tasa de la difusión de los iones en el medio circundante. A diferencia del extracto químico de la muestra de suelo, la acumulación de iones en la resina de intercambio depende de la temperatura y el contenido de agua del suelo, factores que afectan tanto la actividad biológica como la difusión de iones. Las resinas de intercambio se entierran en el suelo y de esta forma están expuestas a las mismas condiciones que las raíces de las plantas, por esta razón, la recuperación de nutrientes de las resinas deberían reflejar mejor la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

El análisis de suelo convencional mide la cantidad de nutrientes disponibles al momento del muestreo, pero no tiene en cuenta los factores que podrían

ENERO 2001

No. 42

CONTENIDO

	Pág.
Uso de resinas de intercambio para medir el efecto de las rotaciones en la disponibilidad de nutrientes	1
El muestreo de suelos: Los beneficios de un buen trabajo	4
Síntomas de deficiencia de nutrientes en la uva	8
Reporte de investigación reciente	14
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INFOFOS	16
Editor: Dr. José Espinosa	

* Tomado de: Salisbury, S., and N. Christensen. 2000. Exchange resins measure rotation effect on nutrient availability. *Better Crops* 85(1): 14-16.

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

afectar subsecuentemente la disponibilidad de esos nutrientes. Las resinas de intercambio pueden integrar los efectos de los procesos físicos, químicos y biológicos que afectan la mineralización de nutrientes de las formas orgánicas a inorgánicas, la transformación de unas formas minerales a otras y la difusión de nutrientes a las raíces. Además, las resinas son también útiles para determinar las diferencias en la capacidad de un suelo de suplir nutrientes a medida que éste es afectado por manejo a largo plazo como la rotación de cultivos y la historia de fertilización. Mediciones consecutivas permiten determinar la dinámica del suplemento de nutrientes a través del tiempo.

Materiales y métodos

El estudio fue diseñado para evaluar la tecnología de las resinas de intercambio para determinar la disponibilidad de nutrientes para trigo de invierno, incorporado dentro de un estudio de rotación donde el N fue el único nutriente limitante. Se utilizó el Simulador de Raíces (Plant Root Simulator, PRS™) consistente en membranas de resinas de intercambio iónico encapsuladas en marcos plásticos (Western Ag Innovations, Saskatoon, SK, Canada). El sistema incluye dos tipos de resinas. Las resinas para cationes absorben iones cargados positivamente como amonio (NH_4^+), K^+ , calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), etc. Las resinas para aniones absorben iones cargados negativamente como nitrato (NO_3^-), fosfato (PO_4^{3-}), sulfato (SO_4^{2-}), etc. (Foto 1). Las resinas fueron instaladas en lotes sembrados con trigo de invierno no fertilizado que tuvieron avena y trébol en el ciclo anterior. Las mediciones se mantuvieron por un período de ocho semanas que se iniciaron cuando el trigo fue sembrado el 22 de octubre. Se instalaron tres pares de resinas en cada parcela a la siembra y se removieron del suelo luego de una semana. Este proceso se repitió cada semana en las siguientes siete semanas. Las resinas se removieron del suelo y se lavaron con agua destilada y los nutrientes fueron extraídos con ácido clorhídrico (HCl) 0.5 M. Los extractos fueron analizados por N en forma de amonio (NH_4^+), N en forma de nitrato (NO_3^-), K^+ , PO_4^{3-} , Ca^{2+} y Mg^{2+} .

Se tomó una muestra de plantas a las ocho semanas después de la siembra para estimar la acumulación de biomasa total y la absorción de nutrientes. Se tomaron muestras de suelos convencionales de 0 a 10 cm de profundidad a la primera, cuarta y octava semana después de la siembra. Las muestras de plantas y las muestras de suelos fueron analizadas por los mismos nutrientes por los que se analizaron las resinas.



Foto 1. Resinas de intercambio utilizadas para medir la disponibilidad de cationes y aniones en la solución del suelo.

Resultados

En promedio, las resinas absorbieron significativamente más NO_3^- cuando la siembra de trigo de invierno fue hecha después de trébol comparada con la de avena (Figura 1). Sin embargo, la recuperación de NO_3^- por las resinas dependió de cuando se hicieron las mediciones. Tanto la recuperación de NO_3^- como las diferencias entre rotaciones fueron mayores en las primeras semanas después de la siembra. Los niveles más bajos de NO_3^- se presentaron de la semana cuatro a la ocho. Precipitación superior a 17 mm durante la última semana de noviembre probablemente lixivió el NO_3^- a capas inferiores a los sitios donde se encontraban las resinas. Además, significativamente más NH_4^+ se recuperó en las parcelas que se localizaron después de trébol (9.1 mg/10 cm²/7 días) comparado con el de la avena (7.8 mg/10 cm²/7 días). Los efectos temporales fueron menos pronunciados con NH_4^+ que con NO_3^- , pero la menor recuperación de NH_4^+ fue medida en la semana tres cuando el suelo estuvo más seco (datos no presentados).

A pesar de que el N fue el único nutriente limitante para el trigo, el cultivo anterior influyó significativamente en el K^+ absorbido por las resinas (Figura 2). Las resinas recuperaron, en promedio, 47% más K^+ cuando se cultivo trigo a continuación trébol que a continuación de avena. Las diferencias por efecto de rotación se midieron en todas las fechas de muestreo, pero fueron más grandes en las últimas fechas de muestreo (noviembre 26). No se esperaba observar el efecto de la rotación de cultivos en la disponibilidad de K^+ porque no se habían aplicado fertilizantes potásicos por cuatro años y menos aun que fueran aplicados

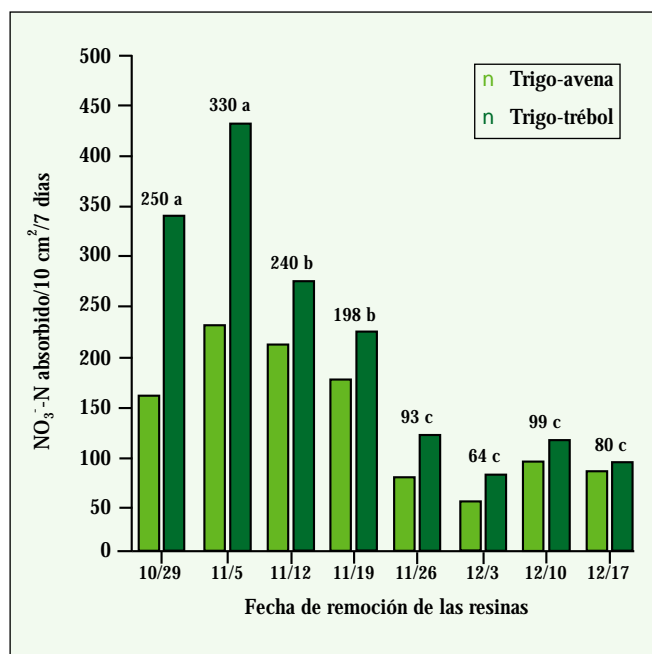


Figura 1. Nitrato absorbido por las resinas durante intervalos de 7 días en 1988. La media de NO_3^- -N absorbido fue significativamente menor ($P=0.05$) para trigo después de avena (132 mg/10 $\text{cm}^2/7$ días) que para trigo después de trébol (207 mg/10 $\text{cm}^2/7$ días).

diferencialmente. Las diferencias por rotación en K^+ son probablemente relacionadas con las diferencias en la cantidad y/o la localización del residuo del cultivo previo.

En contraste con el N y el K, el promedio de PO_4^{3-} recuperado por las resinas fue significativamente menor donde el trigo siguió al trébol que donde estuvo luego de avena (Figura 3). Las resinas recuperaron más PO_4^{3-} en los últimos muestreos cuando el contenido de agua en el suelo fue más alto. No se conoce por qué el PO_4^{3-} fue más disponible después del cultivo de avena, pero se especula que el trébol fue más eficiente que la avena para tomar P de las reservas del suelo.

La recuperación de N por las resinas de intercambio se comparan bien con la absorción de N por el trigo. Las plantas de trigo cultivadas después de avena acumularon 63% del N acumulado por las plantas de trigo después de trébol, ocho semanas después de la siembra. De igual manera, las resinas en las parcelas de trigo después de avena recuperaron en promedio 64% del NO_3^- de lo que lo hicieron las resinas en las parcelas que siguieron al trébol. Aun cuando el K no limitó el crecimiento del trigo, la concentración de K en los tejidos y la absorción total de K por las plantas fueron mayores cuando el trigo se cultivó después de trébol. La concentración de P en el tejido no fue afectada por el cultivo previo, pero la absorción de P fue significativamente más grande cuando el cultivo siguió a la avena debido al incremento en crecimiento como

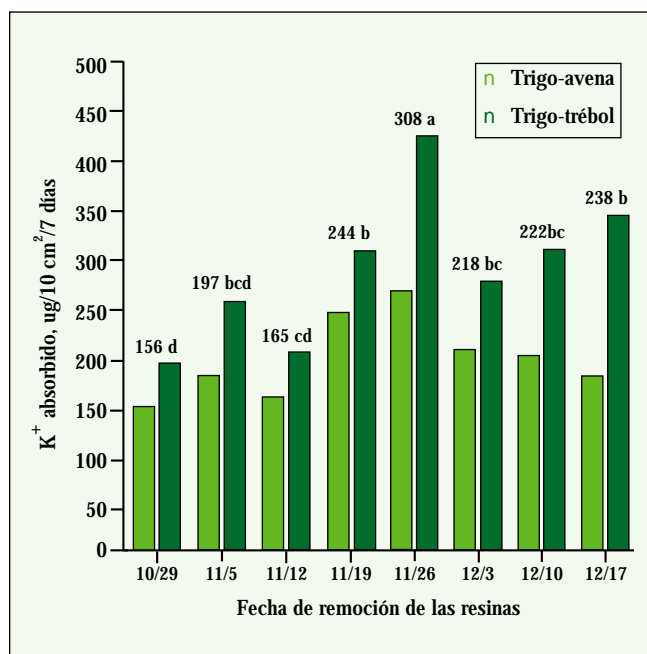


Figura 2. Potasio absorbido por las resinas durante intervalos de 7 días en 1988. La media de K^+ absorbido fue significativamente menor ($P=0.05$) para trigo después de avena (177 mg/10 $\text{cm}^2/7$ días) que para trigo después de trébol (260 mg/10 $\text{cm}^2/7$ días).

respuesta a la mayor disponibilidad de N. Los análisis de suelos convencionales detectaron los efectos de la rotación de cultivos para el NO_3^- y K^+ , pero fueron menos sensibles para medir la disponibilidad de nutrientes en comparación con las resinas de intercambio..

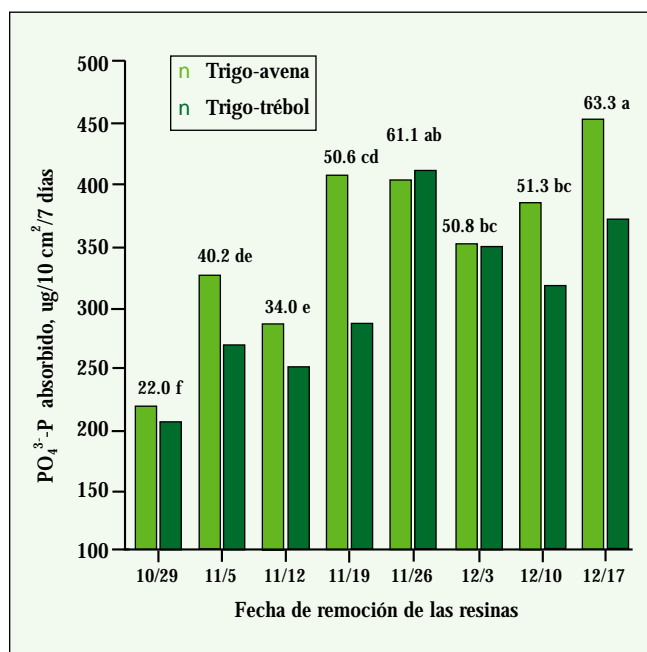


Figura 3. Fosfato absorbido por las resinas durante intervalos de 7 días en 1988. La media de PO_4^{3-} absorbido fue significativamente menor ($P=0.05$) para trigo después de trébol (42 mg/10 $\text{cm}^2/7$ días) que para trigo después de avena (51 mg/10 $\text{cm}^2/7$ días).