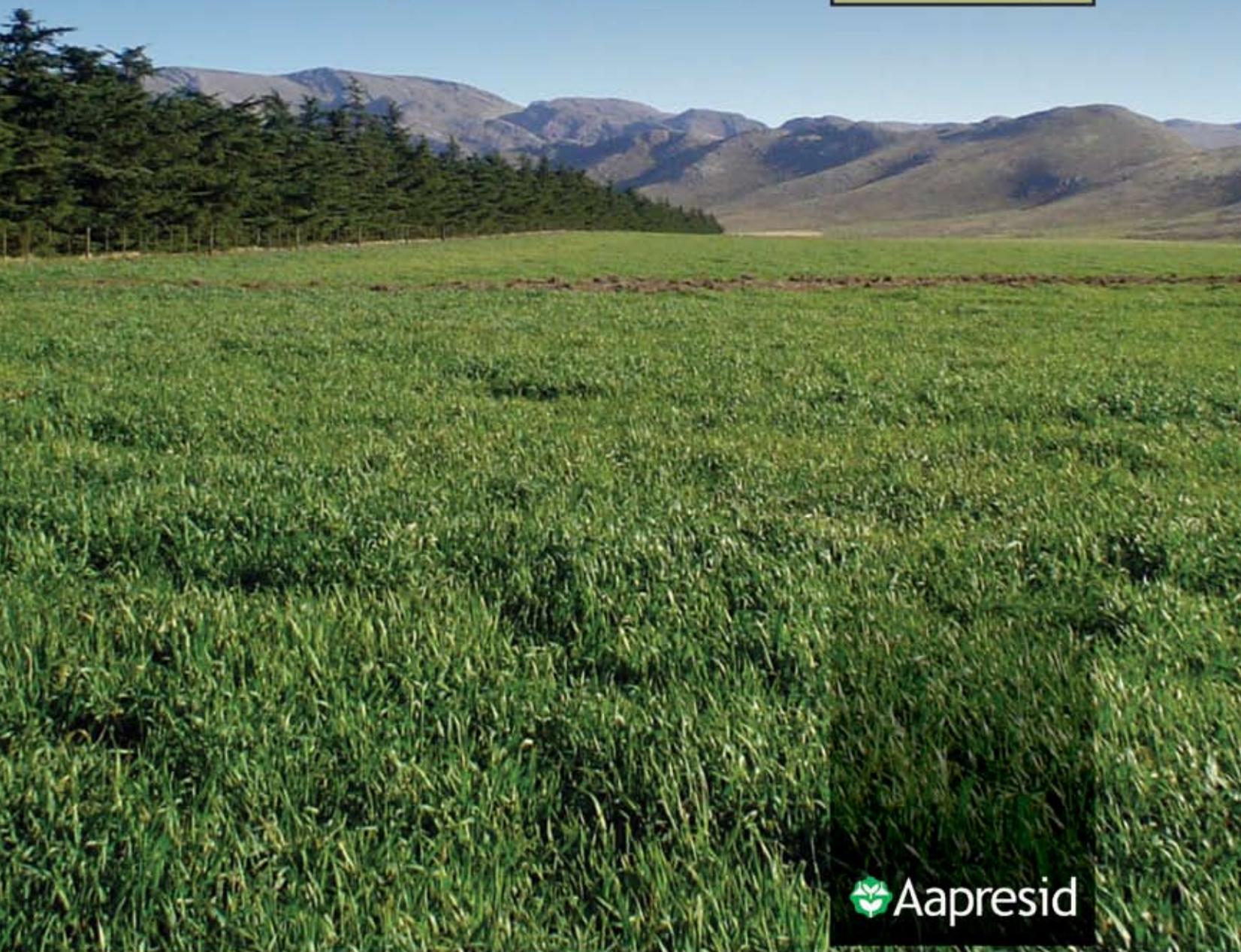


Sistemas Productivos

del Sur y Sudoeste Bonaerense.



 **Aapresid**

Mosaic



- EL SÚPER FOSFATO SIMPLE DE MAYOR CALIDAD DEL MERCADO.
- EL ÚNICO PRODUCIDO EN ARGENTINA.
- CON TODO EL RESPALDO Y TECNOLOGÍA DE MOSIAC.

FERTILIZANTE

SSP
SUPER FOSFATO SIMPLE

La siembra directa en los sistemas productivos del Sur y Sudoeste Bonaerense

EDITOR RESPONSABLE:
JUAN A. GALANTINI

REVISORES:
MARÍA ROSA LANDRISCINI
LILIANA G. SUÑER
JULIO O. IGLESIAS

Año 2007

ASOCIACIÓN ARGENTINA
DE PRODUCTORES EN SIEMBRA DIRECTA.
Paraguay 777, Piso 8, Of. 4 (S2000 CV0) Rosario.
Tel/Fax: [0341] 426 0745.
e-mail: aapresid@aapresid.org.ar
www.aapresid.org.ar



Comisión de
Investigaciones Científicas
Gobierno de la Provincia
de Buenos Aires



CERZOS

CONICET
U N S

 **Aapresid**

LOS TRABAJOS PRESENTADOS EN ESTA PUBLICACIÓN REFLEJAN EN SU MAYORÍA LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO “LAS FRACCIONES ORGÁNICAS EN LOS SUELOS BAJO SIEMBRA DIRECTA”. ESTE PROYECTO FUE REALIZADO EN FORMA CONJUNTA CON LOS PRODUCTORES DE LA REGIONAL BAHÍA BLANCA DE AAPRESID. CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INVESTIGADORES (CIC Y CONICET), DOCENTES Y ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, EL APOYO DEL CERZOS Y DE EMPRESAS RELACIONADAS CON EL SECTOR.

Interacción del Metsulfuron-materia orgánica en suelos con siembra directa.

- GRACIELA ZANINI · CONICET, CERZOS - DPTO. AGRONOMÍA – UNS, BAHÍA BLANCA.
- CAROLINA MANEIRO · CONICET, CERZOS - DPTO. AGRONOMÍA – UNS, BAHÍA BLANCA.
- CAROLINA WAIMAN · CONICET, CERZOS - DPTO. AGRONOMÍA – UNS, BAHÍA BLANCA.
- DANIELA ZABALA · CONICET, CERZOS - DPTO. AGRONOMÍA – UNS, BAHÍA BLANCA.
- MARCELO BRIGANTE · DPTO. QUÍMICA - UNS.
- JUAN GALANTINI · DPTO. QUÍMICA - UNS.
- RAMÓN ROSELL · CIC, CERZOS - DPTO. AGRONOMÍA - UNS.

Introducción

La intensificación agrícola en nuestro país está asociada a un uso creciente de agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc.) en los sistemas productivos. Cuando ellos exceden los límites críticos para su uso y la capacidad del ambiente para neutralizarlos, constituyen una fuente de contaminación para los sistemas adyacentes.

El mercado argentino de fitosanitarios se cuadruplicó en los últimos años, y el primer lugar en ventas lo ocupan actualmente los herbicidas (Maitre et al., 2004). Ellos representan la principal clase de plaguicidas responsable de la contaminación del agua subterránea.

Este crecimiento en el uso de herbicidas fue de la mano con la expansión de la siembra directa (SD) durante los últimos años. Entre los herbicidas más usados se encuentra el metsulfuron metil, perteneciente a la familia de las sulfonilureas y ampliamente utilizado en la región semiárida pampeana. Es un herbicida sistémico que puede ser absorbido por el follaje o por las raíces a través de la solución del suelo. Las dosis habituales de uso oscilan entre los 5 y 10 gr de pc/ha y la mayoría de los productos comerciales poseen el 60% de ingrediente activo. Se lo utiliza principalmente en tratamientos de postemergencia y secundariamente como “residual” para ser absorbido desde el suelo. Es interesante tener en cuenta que en algunas zonas productivas se están observando efectos

de fitotoxicidad en cultivos de soja o maíz atribuidos a este herbicida (Papa, Massaro, 2005).

Las variaciones en las propiedades del suelo, tales como textura, contenido y distribución de la materia orgánica (MO), pH, etc. influyen sobre la sorción, degradación y movimiento de los herbicidas.

Los componentes coloidales del suelo juegan un rol importante en la actividad y movilidad de los pesticidas. Tanto los coloides inorgánicos como orgánicos del suelo poseen capacidad para interactuar con los mismos, y esta interacción resulta en diversos efectos sobre los pesticidas. A modo de ejemplo, los materiales del suelo pueden retardar su degradación y su acción como pesticida y también catalizar ciertas reacciones químicas (Domenech, 1995). Además, la interacción con los materiales del suelo puede favorecer la migración hacia aguas subterráneas o hacia cuerpos de aguas superficiales, deteriorando de esta manera la calidad del agua (Sparks, 2003).

Conocer los mecanismos de adsorción de este herbicida en suelos, en la superficie de partículas minerales, y la capacidad de interactuar con la MO es importante en la determinación de la actividad, disponibilidad y diseminación del mismo en el ambiente.

Saber como influyen las propiedades del suelo sobre la dinámica de los herbi-

cidas ayudará al uso más eficiente y a la reducción del impacto negativo sobre el ambiente.

Si bien hay varios estudios realizados de la interacción metsulfurón-suelo, la información acerca de la persistencia de este herbicida en suelos bajo SD en Argentina es escasa (Bazzigalupi, Cepeda, 2005).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la adsorción de metsulfurón metil en suelos bajo SD de la región semiárida pampeana. Se evaluó principalmente el efecto del contenido de MO en la capacidad de adsorción de los suelos. En algunos casos particulares, se evaluó también el efecto del pH del medio.

Aspectos metodológicos

Se utilizaron 30 muestras de suelos (de la profundidad 0-5 cm) tomadas de lotes de producción en SD de la Regional Bahía Blanca de AAPRESID. Las determinaciones de carbono orgánico total (COT) se realizaron con un Analizador automático de Carbono.

Los estudios de adsorción se llevaron a cabo usando una técnica de equilibrio "batch", para la cual se colocaron 5g de suelo secados al aire en un tubo de centrífuga y se le adicionaron 10 ml de solución de herbicida preparada en solución 0,02M de CaCl₂. Esto se realizó a 15 concentraciones diferentes de herbicida. Posteriormente se agitó por 24 horas y se centrifugó por 30 minutos. Se extrajo el sobrenadante y se cuantificó por UV-Vis la cantidad de herbicida en solución. Así conociendo la concentración de herbicida inicial y la concentración del herbicida remanente en solución se pudo averiguar la cantidad de herbicida adsorbido. Los suelos usados como blanco, recibieron el mismo tratamiento y análisis. Finalmente se construyeron isotermas de adsorción que describieron la cantidad de herbicida adsorbido por el suelo como función de la concentración de herbicida en solución. Las isotermas de adsorción fueron realizadas a pH=6 para las 30 muestras de suelo. Algunas muestras fueron también estudiadas a diferentes pH, realizando isotermas de adsorción a pH 4, 6 y 8.

Resultados obtenidos y Discusión

El destino de la mayoría de las sustancias en el ambiente es controlado por la reacción de las mismas con la superficie de los sólidos, por ello para una comprensión total de la adsorción debemos caracterizar la interacción en términos de las propiedades químicas del herbicida, del suelo y del agua.

El herbicida metsulfuron metil pertenece a la familia de las sulfonilureas. Espectros UV-Vis, conjuntamente con la fórmula molecular del mismo se muestran en la Figura 1. El nitrógeno correspondiente al grupo (-SO-NH-CO) de la molécula de metsulfuron metil tiene propiedades ácido-base, de forma que a pH 3,5 no posee cargas eléctricas y predomina la forma que se presenta en la Figura 1. A medida que el pH aumenta, ese nitrógeno se deprotona (pierde cargas positivas) generando una especie con una carga negativa. La concentración relativa de esta especie aumenta con el aumento del pH, y a pH > 5 es prácticamente la única especie presente en solución.

Los cambios en la carga del metsulfurón metil y el hecho que los suelos y la MO incrementan sus cargas negativas a medida que el pH aumenta (Sparks, 2003) sugieren que el pH puede tener un efecto importante en la interacción del herbicida con el suelo. De hecho, los resultados de adsorción como función del pH (no mostrados aquí) indican que la adsorción disminuye considerablemente a medida que el pH aumenta (Zanini et al., 2005). Esta disminución parece ser debida principalmente a cambios en interacciones del tipo electrostático, que hacen que la molécula aniónica se adsorba cada vez en menor cantidad a medida que el pH se hace más elevado. Posiblemente por este comportamiento es que no se recomienda las aplicaciones del herbicida en suelos con pH elevados (Papa, Massaro, 2005).

Adsorción realizada a pH=6 sobre un suelo de COT = 3.9%. Concentración inicial de metsulfuron metil 17,43 mg/l. En la parte superior de la Figura 1 se muestra la fórmula molecular del herbicida. La adsorción del herbicida puede describirse mediante isotermas, las que muestran la relación entre la con-

FIGURA 1 | Espectro UV-Visible de metsulfurón metil antes y después de la experiencia de adsorción.

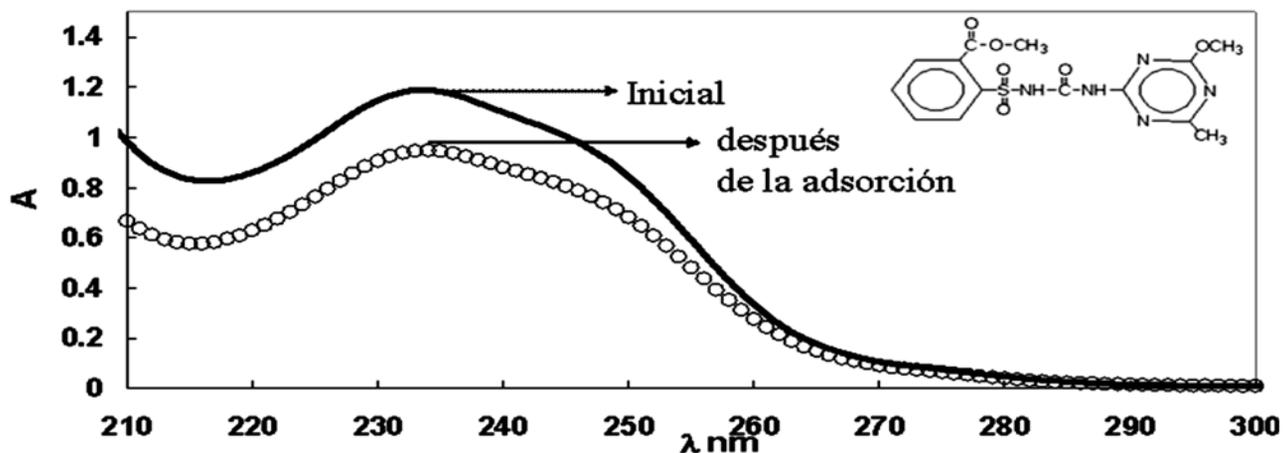


FIGURA 2 | Isotermas de adsorción a pH=6 para tres suelos con diferente contenido de COT (●) 4,854% (○) 3,074% (□) 1,293%

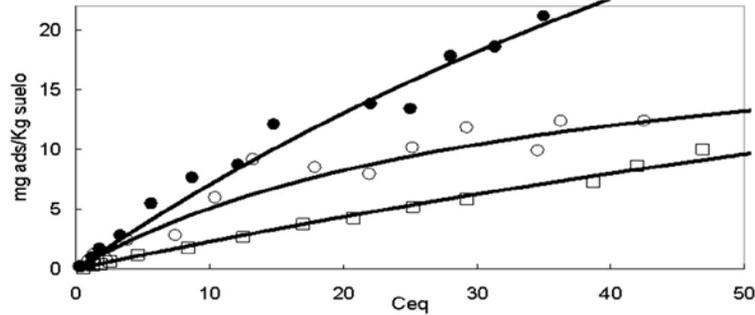
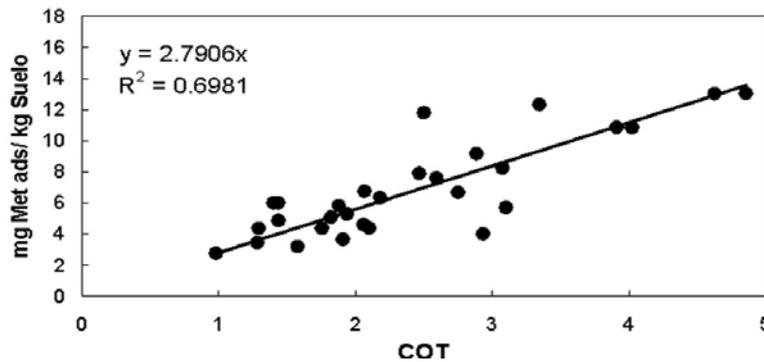


FIGURA 3 | Metsulfurón metil adsorbido por kilogramo de suelo a $C_{eq} = 20\text{mg/l}$ en función de COT para los 30 suelos estudiados.



centración de herbicida en la solución del suelo y la cantidad de herbicida adsorbida por kg de suelo a temperatura constante. Existen varios modelos usados para interpretar la adsorción sobre superficies de suelo. Estos incluyen la ecuación de Freundlich, un modelo puramente empírico, la ecuación de Langmuir y otros bastantes más complejos. De estos modelos se puede extraer información importante acerca de la fuerza de la interacción, de la cantidad máxima de sustancia que el suelo puede adsorber, de las propiedades químicas responsables de esa interacción, y también pueden ser útiles con el fin de comparar las adsorciones de una misma sustancia en varios suelos.

La Figura 2 muestra las isotermas de adsorción realizadas a pH 6 con 30 suelos con diferente cantidad de COT, el que osciló entre 0,98 y 4,85 %. Para un suelo dado, la adsorción aumenta a medida que aumenta la concentración de herbicida, y el comportamiento puede ser interpretado por isotermas típicas tipo Langmuir o Freundlich. Con el objeto de realizar un estudio comparativo, se correlacionó la cantidad adsorbida de herbicida con el contenido de COT, analizando su principal componente, el COT. Para ello, a partir de las isotermas de las 30 muestras estudiadas se obtuvo la cantidad de herbicida adsorbida a una concentración de 20 mg/l y se la correlacionó con COT. Esta correlación es mostrada en la Figura 3.

La adsorción de metsulfurón metil aumentó de manera aproximadamente lineal con el aumento del COT de los suelos. Por otra parte, una ordenada al origen cercana a cero sugiere que suelos sin materia orgánica adsorberían

una cantidad casi despreciable del herbicida. Estos datos indican que la MO es la principal responsable de la adsorción de metsulfurón metil en los suelos estudiados, y que los minerales sin MO tienen una muy baja (o nula) capacidad de adsorber al herbicida. Evidentemente, la MO del suelo tiene un efecto muy importante sobre la dinámica del herbicida estudiado, haciendo que quede retenido (mayor residualidad y menor potencial contaminante por lixiviación) y se libere con el tiempo. Es necesario notar que la relación con la MO tiene un $R^2 = 0,69$, sugiriendo que hay otros factores que intervienen en los equilibrios y dinámica del metsulfurón una vez que llega al suelo. Como se mencionó, el pH, así como las características de los minerales del suelo y la calidad de la MO, aspectos que están aún en estudio. Con estos datos se podrá realizar un aporte mayor en relación a la interacción de metsulfurón metil con suelos bajo SD.

Conclusiones

La materia orgánica es la principal responsable de la adsorción y los minerales del suelo parecen tener muy baja (o nula) capacidad de adsorción.

La adsorción es también dependiente del pH, disminuyendo a medida que el pH aumenta. Si bien las interacciones electrostáticas explican los efectos del pH, es probable que haya importantes interacciones no electrostáticas (fuerzas de Van der Waals, interacciones puente hidrógeno, etc.) debido que la adsorción es significativa a pH 6 y 8, donde tanto las moléculas del herbicida como las de la materia orgánica poseen cargas negativas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a CONICET, SECYT y SECYT-UNS por financiar este proyecto y al Dr. Marcelo J. Avena por la posibilidad de acceder a su laboratorio, Dpto. de Química de la UNS.

Bibliografía

Bazzingalupi O., S. Cepedas. 2005. Relations between soil moisture and the metsulfuron methyleffects on the seedling growth of soy bean. *RIA*, 34(1):101-110, , INTA. Argentina.

Domenech X. 1995. Química del Suelo. El impacto de los Contaminantes. Ed. Miraguano. Madrid.

Sparks D.L. 2003. Environmental Soil Chemistry. 2da. Edition. Academic Press. USA.

Maitre M.I., A. Lenardón, E. Lorenzatti, S. Enrique. 2004. Adsorción-desorción del herbicida glifosato en dos suelos del litoral argentino. XIX Congreso Argentino Ciencia del Suelo. Paraná.

Papa J.C, R. Massaro. 2005. Herbicida Metsulfuron Metil en Barbechos Químicos. Revista para mejorar la producción 28, Trigo Campaña 2004/2005. INTA EEA Oliveros.

Zanini G.P., C. Maneiro, G. Pacioni, M. Brigante. 2005 Adsorción de metsulfuron metil sobre suelos bajo siembra directa con diferente cantidad de materia orgánica. Jornada de Materia Orgánica y Sustancias Húmicas de Suelos. Bahía Blanca.