Tesis Doctoral “Calidad de agrosistemas bajo siembra directa a partir de la pérdida de nutrientes y glifosato por escorrentía”

Doctorando: José Daniel OSZUST

En Argentina, la superficie destinada a cultivos agrícolas aumentó a razón de 4103 km2año-1 desde la campaña 1969/70 a 2013/14.Durante las campañas de 1992/93 a 2007/08 se incorporaron a razón de 8100 km2año-1, siendo la etapa de mayor aumento interanual de superficie destinada a la actividad agrícola. Este incremento se caracterizó por la incorporación de variedades transgénicas, sistemas de siembra conservacionistas y fertilización en forma generalizada, con el fin de aumentar la rentabilidad. La SD comprende prácticas agronómicas que permiten un manejo del suelo con una perturbación mínima de su composición, estructura y biodiversidad. Una de sus premisas básicas es el mantenimiento de la cobertura del suelo con residuos de cosecha (rastrojos) que permite conservar el agua en el perfil de suelo y reducir el escurrimiento superficial. Para esto, recurre al control químico de malezas reemplazando al mecánico, utilizado por la labranza tradicional. La incorporación de secuencias de cultivos que aportan altos niveles de rastrojos en superficie mejora el balance de carbono del suelo, la conservación dela humedad edáfica y la eficiencia en el uso de fertilizantes. Situaciones externas a lo técnico productivo, como los impuestos, el aumento del valor de la tierra y la tenencia, originaron una menor rentabilidad en cultivos como el trigo y maíz respecto de la soja e indujeron a planteos con tendencia a su monocultivo. Ante esta realidad, se vieron restringidos algunos aspectos beneficiosos de la SD como la cobertura del suelo. La disminución en la cantidad y calidad de rastrojos aportados por los cultivos, como así también la distribución y el tipo de sistemas radicales afectaron directamente la agregación y estabilidad del suelo; produciendo degradación en la estructura y disminución de la provisión de carbono del suelo. Esto se evidencia en la aparición de estructura laminar en los primeros centímetros del horizonte superficial que limita el ingreso de agua al suelo, aumentando la susceptibilidad a la erosión hídrica y a la pérdida de nutrientes y agroquímicoshacia fuentes de agua superficiales. Los agroquímicos transportados por el escurrimiento superficial, llegan a cursos de agua donde son depositados; afectando el equilibrio propio de estos cursos ydesencadenando procesos de eutrofización. Los principales agroquímicos utilizados en la agricultura actual son el glifosato (G) y los fertilizantes fosforados y nitrogenados. Si bien G es adsorbido por las partículas del suelo y tiene una vida media corta en él,se lo detectó en aguas superficiales asociado a efecto deriva y/o del escurrimiento superficial. La liberación de G al agua de escurrimiento podría estar asociada a la competencia por sitios de intercambio en el complejo arcilloso con el fósforo (P). Este nutriente esencial para el crecimiento de plantas y animales, puede producir aceleración de la eutrofizaciónen aguas superficiales. Por esto, es importante conocer los factores que producen las pérdidas de suelo y P a partir de la actividad agrícola hacia los cursos de agua.El nitrógeno (N) debido a su alta movilidad en la matriz del suelo y en el agua, es un nutriente con un alto potencial contaminante de cursos de agua superficiales. Es importante cuantificar la relación existente entre los efectos producidos por el sistema agrícola bajo SD sobre la calidad del suelo y comprenderla interrelación entre esa calidad del suelo y la pérdida de agroquímicos por escurrimiento superficial. La generación de indicadores que permitan valorar la evolución de los agrosistemas y sean sensibles a los cambios generados en el suelo y agua permitirá diferenciar a las secuencias agrícolas que afectan la sustentabilidad de un agrosistema particular. Esta tesis plantea que existe una relación entre pérdidas de agroquímicos, secuencia de cultivo y calidad de suelo bajo SD. Y que, las pérdidas de agroquímicos en un Molisol bajo SD dependen de la secuencia de cultivo, siendo mayor en el monocultivo. Para validar las hipótesis, se planteó como objetivo evaluar el cambio en la calidad del suelo debido a diferentes secuencias de cultivos bajo SD en un Molisol y las pérdidas de G, P y Npor escurrimiento superficial que ocurren en esas secuencias. Para ello, se dividió a esta tesis en una introducción al problema en estudio (Capitulo 1) y 5 capítulos con diferentes abordajes y escalas. El capítulo 2, analiza la distribución de las precipitaciones utilizando una serie de 80 años. También, clasifica cada campaña agrícola de la década 2006-2007 a 2015-2016 en normales o extremas de acuerdo al Índice Normalizado de Precipitación.En el Observatorio meteorológico de la E.E.A. Paraná de INTA se registraron las precipitaciones diarias (PPD), desde el año 1934 hasta 2016. ConPPD se calcularon las precipitaciones mensuales (PPM), trimestrales (PPT) y de una campaña agrícola (PPA). Se utilizaron las PPM desde 1934-1935 hasta la 2006-2015 para clasificar a los trimestres y campañas correspondientes a la década comprendida entre 2006-2007 y 2015-2016 según SPI. Algunos resultados obtenidos son que la PPA mínima de toda la serie es la que ocurrió en la campaña 1964-1965 con 520 mm año-1, y la máxima en la campaña 2002-2003 con 1816 mm año-1; con una PPA media de 1035 mm año-1.Las PPT no poseen una distribución uniforme entre trimestres en las campañas 1934-1935 a 2015-2016. En lostrimestres 2 (oct-dic) y 3(ene-mar) ocurre en promedio el 70% de la PPA. La década 2006-2015, presenta valores similares a la serie histórica de proporción de PPA en cada trimestre. En el trimestre 1 (jul-sep)ocurre el 10% de PPA, siendo el trimestre que menor aporte a PPA realiza.Los valores de SPI anuales para las campañas comprendidas dentro de la década 2006-2015 presentan 6 consideradas como normales, 2 muy húmedas, 1 moderadamente húmeda y 1 moderadamente seca. Los valores trimestrales de SPI para las campañas 2006-2007 a 2015-2016 muestran que los trimestres 1 y 4 (abr-jun) son los que mayor cantidad de veces presentaron una situación de déficit hídrico en la década. Los valores anuales de SPI se correlacionaron significativamente con las PPA del mismo período de tiempo (p<0,05); situación similar se presentó con el SPI trimestral y PPT. Como conclusión de este capítulo se puede mencionar que los valores de las PPA y PPT de las campañas 2006-2007 a 2015-2016 pueden ser consideradas representativas de sus homólogas de la serie histórica. Por lo que, las inferencias que se realicen sobre estas 10 campañas se pueden extrapolar a cualquier serie temporal. La valoración de cada campaña a través de SPI pudo diferenciar aquellas que poseen un comportamiento normal respecto de PPA, de las que presentan un comportamiento extremo. En el capítulo 3se cuantifica la presencia de G, P y N en el embalse de una cuenca agrícola y se lo relaciona a las prácticas agrícolas desarrolladas en la misma. Este estudio se efectuó en la E.E.A Paraná de INTA, en un embalse que recibe el aporte de una cuenca de 29 ha. En los lotes agrícolas de la cuenca se practica una secuencia de cultivos maíz-trigo/soja bajo SD. Se analizó la concentración de G, P y N en el agua del embalse durante el período julio 2009 a noviembre 2013.Las concentraciones de glifosato oscilaron entre ND (No Detectado) y 30 µgl-1, sin observarse una asociación con los eventos de lluvia y los momentos de aplicación del herbicida. Sin embargo, se observó una tendencia creciente en la concentración de glifosato en el embalse. La concentración mínima de P encontrada fue de 0,02 g kg-1, con un máximo de 1,1 g kg-1; mientras que N presentó valores que oscilaron entre 0,23 g kg-1 y 4 g kg-1. Este ensayo contribuyó con información en relación a los momentos de realización de las prácticas agrícolas y sus consecuencias sobre la contaminación de cuerpos de agua. La información presentada constituye una herramienta de utilidad para el diseño de prácticas agronómicas tendientes a lograr agrosistemas de bajo perfil contaminante. En el capítulo 4, se obtuvieron valores de escurrimiento superficial para 4 secuencias agrícolas realizadas en SD y se determinaron las pérdidas de N y P. El estudio se realizó en parcelas de escorrentía de 100 m2 de superficie. El agua que escurrió en una PPDse recolectó en una pileta principal de 0,45 m3, posteriormente el agua excedente se recondujo a una pileta secundaria de 1 m3. En 2006 se establecieron 4 secuencias de cultivo con 3 repeticiones cada una, divididas en 3 bloques. Se analizaron datos desde la campaña agrícola 2006-2007 a 2015-2016. Para cada PPD, se midió el volumen de agua en cada pileta y tomaron muestras de las mismas.En laboratorio, se midió la concentración de P y N en el agua.Para obtener el escurrimiento anual (EA), se sumó los escurrimientos ocurridos durante cada campaña.El escurrimiento trimestral (ET), se calculó como la suma de los escurrimientos de cada pileta durante un trimestre.El coeficiente de escurrimiento anual (CEA) se obtuvo como el promedio de los coeficientes de escurrimiento de cada evento en una campaña. El coeficiente de escurrimiento trimestral (CET) es el promedio de los coeficientes de escurrimiento individuales en un trimestre. Para la pérdida anual de N (NA) y P (PA) en el agua de escorrentía se sumaron los valores medidos durante una campaña. La pérdida trimestral de N (NTri) y P (PTri) es la suma de las pérdidas individuales de cada nutriente en un trimestre.Se encontró que en las campañas normales (n=6), no existen diferencias significativas entre secuencias de cultivo para EA, pero si para CEA. Las secuencias Sj y Sj/CC presentan valores similares de CEA y se diferencian significativamente de Tg/Sj y Tg/Sj-Mz.Sj y Sj/CC presentan los mayores valores de CEA (7,3% y 7,1%), y se diferencian significativamente de Tg/Sj y Tg/Sj-Mz (4,2% y 2,6%). Los trimestres 3 y 4 presentan los mayores valores de CEA y se diferencian significativamente de los trimestres 1 y 2. Se logró diferenciar valores de CEA en cada secuencia y CET dentro de cada trimestre. Se logró asociar estos valores con las pérdidas de nutrientes para cada secuencia y los valores de fertilización.En el capítulo 5se evaluó la pérdida de G en el agua de escurrimiento con 3 objetivos. Para obtener una relación entre concentración de G en el agua de escurrimiento en función del tiempo desde la aplicación; para determinar la relación de competencia por los sitios de adsorción entre G y P. Y, por último, obtener las pérdidas de G en 4 secuencias agrícolas. Se delimitaron 36 micro parcelas de 1m2, sobre un lote bajo SD con una secuencia Tg/Sj-Mz, y se las dividió en 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno y un diseño DCA. T1 es el testigo sin aplicaciones,T2 se aplicó G en una concentración de 3 L ha-1de producto comercial, T3 se fertilizó con 100 kg ha-1 de superfosfato triple yT4 se aplicó G y P en las mismas concentraciones de T2 y T3. Se realizó una simulación de lluviasobre cada micro parcela en 3 momentos, 24 horas, 5días y 8 días después de la aplicación. En cada simulación, se midió el volumen escurrido y concentración de Gy P en el agua de escurrimiento. T4 perdió el 28% de G aplicado el día anterior con el agua de escurrimiento, mientras que T2 perdió 2,5 veces menos que T4.Este ensayo presenta evidencia de la competencia P–G en sitios de intercambio de un suelo bajo SD. La aplicación de fertilizante fosforado produjo un aumento en la pérdida de G por escurrimiento un día posterior a su aplicación. En otro ensayo, se utilizaron las mismas parcelas que en el capítulo 3 para determinar la pérdida anual de G en 4 secuencias de cultivo. No se encontraron diferencias significativas en la pérdida de G entre las secuencias analizadas. Para finalizar esta tesis, en el capítulo 6se desarrollan indicadores que permiten integrar toda la información generada en los capítulos anteriores tendiente a diferenciar la calidad de un agrosistema en función de las precipitaciones, el escurrimiento superficial y las pérdidas de agroquímicos.Se ha realizado un análisis abarcativo de las caracteristicas ambientales y productivas de la agricultura actualpara poder brindar herramientas de gestión que permitan evaluar la tendencia de los sistemas agrícolas.