



UNIVERSIDAD NACIONAL  
de MAR DEL PLATA

**Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias  
CARRERA DE DOCTORADO**

**SISTEMAS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES CON PREDOMINIO DE SOJA EN AMBIENTES DE LA REGIÓN  
PAMPEANA ARGENTINA**

Ing. Agr. Juan Pablo Martínez

Jurado Evaluador:

Satorre, Emilio, Ing. Agr. Ph.D.

Bollero, Germán, Ing. Agr. Ph.D.

Ghersa, Claudio, Ing. Agr.

Director: Ing. Agr. Pablo A. Barbieri, Dr.

Co-Director: Ing. Agr. Hernán E. Echeverría, M.Sc.

**RESUMEN DE TESIS** La actividad agropecuaria ha disminuido los niveles de materia orgánica (MO) de los suelos de la Región Pampeana. El aumento de la frecuencia de la soja en la rotación y/o su monocultivo puede haber acentuado la disminución de las fracciones lábiles de la MO debido al escaso aporte de residuos y a la baja relación carbono/nitrógeno (C/N) de los mismos. En tal sentido, existe la necesidad de identificar prácticas de manejo tendientes a mejorar el balance de C y N en secuencias basadas en el cultivo de soja sin disminuir su producción, para mantener la calidad del suelo y la sustentabilidad del sistema productivo. El empleo de cultivos de cobertura invernales (CC) y/o una rotación de cultivos con alto volumen de residuos incrementaría la biomasa producida por unidad de superficie y la eficiencia en la utilización de los recursos agua y radiación. Por ello, el objetivo general de este estudio fue evaluar el efecto de la adopción de diferentes prácticas de manejo de secuencias de cultivos con predominio de soja sobre indicadores de calidad del suelo y la productividad del sistema. Para ello, se evaluó en secuencias con predominio de soja el efecto de la inclusión de CC, la fertilización con N, P y S, y una rotación de cultivos con alto índice de intensificación de secuencias (ISI). Se determinaron indicadores de calidad del suelo como el contenido de C orgánico total (COT), N orgánico total (NOT), C y N orgánico particulado (COP y NOP) y N incubado en anaerobiosis (Nan). También se analizó la acumulación de C y N en biomasa aérea de los CC, bajo diferente disponibilidad de N y su efecto sobre la dinámica de N en el sistema suelo-planta. Además, se analizó el efecto de dichas alternativas de manejo sobre indicadores de calidad física del suelo, como la densidad aparente (Dap), la estabilidad de agregados (EA), la resistencia a la penetración (RP) y la tasa de infiltración (TI). Por último, se analizó el efecto de la implementación de las prácticas de manejo propuestas sobre el rendimiento del cultivo de soja y sobre la productividad del agua (PA) y la radiación (PR) de cada secuencia de cultivos.

Se trabajó sobre dos ensayos, uno localizado en Arequito, Santa Fe, sobre un Argiudol típico con textura superficial franco-limosa (Sitio 1) y otro en la E.E.A. INTA Balcarce, Buenos Aires, sobre un Argiudol Típico con menos de 2 % de pendiente y textura superficial franca (Sitio 2). En ambos el diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones que incluyeron los siguientes tratamientos: soja continua

sin fertilización S<sub>j</sub>; soja continua fertilizada con P y S (S<sub>j</sub>f); CC / soja con P y S (CC/S<sub>j</sub>f); CC fertilizado con N / soja con P y S (CCf/S<sub>j</sub>f); rotación fertilizada con N, P y S: maíz (*Zea mays* L.) - trigo (*Triticum aestivum* L.) / soja 2° - CCf/S<sub>j</sub>f (Rot). Los CC fueron Avena (*Avena sativa* L.) y Triticale (x *Triticosecale* Wittmack) en el Sitio 2 y 1, respectivamente.

La inclusión de CC o una rotación de cultivos con alto ISI resultaron en alternativas más sustentables en sistemas con predominio de soja por aumentar en superficie el COT y COP en ambos sitios. A dicha profundidad estos efectos también fueron observados en el NOT y NOP en el Sitio 1 y en el Nan en el Sitio 2. Cuando se integró el estrato 0-20 cm, se registró igual tendencia en el COT, COP y NOT en el Sitio 1, en el Nan en el Sitio 2 y en el NOP en ambos ambientes. Los mayores efectos sobre el COT, COP y NOT registrados en el Sitio 1 respecto al 2 pueden estar asociados al mayor aporte de residuos de las secuencias en dicho ambiente, y a su menor contenido de MO inicial. El Nan se mostró como un indicador sensible a los cambios en el manejo, fundamentalmente en el Sitio 2 y, se asoció con el NOA en el Sitio 1, que tiene mayor porcentaje de Li en la fracción mineral menor que 53 µm. La fertilización con P y S solo afectó el COT en 0-5 y 0-20 cm en el Sitio 1. Sin embargo, dicha práctica contribuye a la sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos.

La inclusión de CC y la rotación con alto ISI no afectaron en forma significativa los indicadores de calidad física. Sin embargo, se registraron leves mejoras en la EA en ambos sitios y en la Dap en el Sitio 2. La ausencia de cambios significativos sobre los indicadores de calidad física podría ser consecuencia del relativamente corto período de desarrollo de las secuencias. Sin embargo, sería esperable que los cambios sobre el COT y COP se incrementen a largo plazo lo cual podría afectar favorablemente los indicadores de calidad física.

La inclusión de un CC en términos generales no disminuyó el rendimiento del cultivo de soja, por el contrario, en algunas estaciones de crecimiento se registró un mayor rendimiento de la soja. La rotación de cultivos de alto ISI tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento de la soja, principalmente en el Sitio 2. La inclusión de CC y la rotación con alto ISI en secuencias con predominio de soja mejoraron la PA y la PR en ambos ambientes, en el Sitio 2 el mayor efecto fue en la secuencia Rot y en el Sitio 1 en la secuencia CC/S<sub>j</sub>f y CCf/S<sub>j</sub>f. Esta información sustenta la incorporación de los CC y la rotación con alto ISI en secuencias con predominio de soja, como una alternativa factible para incrementar el aporte de C y N, mejorando su balance en el suelo.

**Palabras clave:** cultivos de cobertura, rotación de cultivos, sustentabilidad, productividad, residuos, carbono orgánico, nitrógeno orgánico.