



El INIA

en DIRECTA



REUNION TECNICA SOBRE SIEMBRA DIRECTA

18 y 19 de Octubre de 2001

INIA Las Brujas
Canelones - URUGUAY

PARTICIPAN: AUSID, FAC. DE AGRONOMÍA, CIEDUR, ANPL

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Siembra Directa en la Agricultura del Litoral Oeste Uruguayo.- Adopción y Demandas de Investigación y Difusión. (FPTA). Guillermo Scarlatto, Martín Buxedas, Jorge Franco y Agustín Pernas | 1 |
| La Siembra Directa y la Calidad del Suelo. Alejandro Morón | 4 |
| Restricciones Físicas del Suelo para la producción de cultivos sin laboreo. Daniel Martino | 5 |
| Manejo de Manchas Foliares en Trigo y Cebada Bajo Siembra Directa. Silvina Stewart | 8 |
| Control de la Mancha Parda en Trigo en Siembra Directa. Martha Díaz | 9 |
| Fusariosis de la Espiga, en Trigo y Cebada bajo Siembra Directa. Silvia Pereyra | 10 |
| Efecto de la Siembra Directa sobre la Macrofauna del Suelo. Stella Zerbino | 12 |
| Descomposición de Rastrojos en Siembra Directa. Alejandro Morón | 14 |
| Dinámica del Nitrógeno en la Rotación Cultivo–Pastura bajo Laboreo Convencional y Siembra Directa. Jorge Sawchik | 15 |
| Manejo Integrado de Malezas en Sistemas Mixtos bajo Siembra Directa. Amalia Ríos | 16 |
| Secuestro de Carbono Atmosférico: ¿Un nuevo ingreso para los agricultores? Daniel Martino | 18 |
| Manejo de Barbecho para Cultivos de Verano de Primera Sembrados Sin Laboreo. (FPTA). Oswaldo Ernst | 21 |
| Reducción de Laboreo y Siembra Directa de Arroz en la Cuenca de la Laguna Merín; Evolución y Perspectivas. Ramón Méndez, Enrique Deambrosi, Pedro Blanco, Néstor Saldain, Fernando Pérez de Vida y Mario Gaggero | 24 |
| Siembra Directa de Arroz en Suelos en la Zona Norte; Problemas de Pendiente, Taipas y Costos comparativos entre Siembra Directa y Siembra Convencional. Andrés Lavecchia | 26 |
| Siembra Directa de Verdeos de Invierno en Zonas Ganaderas; Evolución del Tapiz Natural y las Propiedades del Suelo. Enrique Pérez Gomar..... | 30 |
| Tecnología de Establecimiento y Producción en el Mejoramiento de Campos sin Laboreo. Diego Risso | 32 |
| Inclusión de Gramíneas Sin Laboreo en Campos Mejorados. Raúl Bermúdez y Walter Ayala | 34 |
| Nivel de Adopción y Situación de la Siembra Directa en Establecimientos de Producción Lechera. (FPTA). Oswaldo Ernst | 36 |
| Siembra Directa en Sistemas Lecheros Intensivos. Henry Durán | 38 |
| Evolución de Indicadores de Calidad de Suelos en Sistemas Forrajeros con SD. Fernando García y José A. Terra | 40 |
| Principales Resultados Físicos y Económicos de Sistemas Forrajeros con SD. Fernando García y José A. Terra | 42 |

SIEMBRA DIRECTA EN LA AGRICULTURA DEL LITORAL OESTE URUGUAYO. Adopción y demandas de investigación y difusión ¹

Guillermo Scarlato², Martín Buxedas, Jorge Franco y Agustín Pemas

La siembra directa ha sido uno de los cambios tecnológicos más importantes de la agricultura uruguaya en la última década. El objetivo del estudio es suministrar información, análisis y sugerencias para orientar la investigación y la divulgación relacionada con la siembra directa en cultivos por parte de las instituciones públicas y privadas. Se utilizan tres fuentes de información: a) una encuesta a 550 productores con más de 15 hectáreas de agricultura en el Litoral Oeste uruguayo; b) entrevistas a 25 técnicos asesores; c) entrevistas a 10 investigadores.

Resultados

El 37 % de los productores del Litoral Oeste con más de 15 hectáreas de chacra utilizaron la siembra directa en algún cultivo o pradera en los últimos dos años. Desde principios de los noventa el número de adoptantes viene creciendo, pero la tasa de adopción se desaceleró en los últimos años. La adopción es muy dispar según cultivos, y más de la mitad de los productores no incorporan la práctica a un cambio integral de los sistemas productivos.

Las variables con mayor poder explicativo de la adopción de la siembra directa son: i) la superficie total del establecimiento (relación directa) y, ii) los medios preferidos de obtención de conocimientos tecnológicos (los adoptantes prefieren la asesoría, jornadas y publicaciones técnicas y los no adoptantes la comunicación de otros productores y artículos en medios masivos).

El uso integral de la siembra directa está asociado a: i) la pertenencia a AUSID y en menor medida, ii) el conocimiento de dicha institución y, iii) la antigüedad en la práctica.

El 45 % de los productores que no practican la siembra directa señalan como dificultad para adoptarla el acceso a equipos apropiados y el 22 % la inseguridad de obtener mejores resultados. Ello coincide con la visión de los técnicos asesores entrevistados.

Los principales motivos señalados por productores y asesores para el uso de la siembra directa son la "mejora la oportunidad de siembra, cosecha y pastoreo" y la "reducción de la erosión y la degradación del suelo" y, en menor medida, la "simplificación de tareas".

El 52 % de los productores adoptantes contrata sembradora directa; y el 45 % de ellos manifiestan problemas con la misma; en el 80 % de los casos, relacionados a la oportunidad o la calidad de la siembra.

¹ La investigación se realizó en el marco del Convenio de Vinculación Tecnológica entre el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo, Uruguay (CIEDUR); del Programa Servicios Agropecuarios, Línea de Investigación Aplicada, Préstamo BID 1131/OC-UR. Contó con el auspicio de la Asociación Uruguaya pro Siembra Directa (AUSID) y de la Central Cooperativa de Granos (CCG).

La fase de campo, control e ingreso de datos de la encuesta a productores se realizó en el marco de un Acuerdo de Trabajo entre CIEDUR y la Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Las opiniones presentadas en el documento son responsabilidad exclusiva de los autores y de CIEDUR y no comprometen a las demás instituciones y, en particular, al INIA.

² Coordinador. CIEDUR, Montevideo, junio 2001. E-mail: ciedur@adinet.com.uy

La mayoría de los productores adoptantes y de los asesores entrevistados opina que la siembra directa mejora la rentabilidad y la estabilidad de los resultados.

Los investigadores entrevistados enfatizaron que la siembra de cultivos y pasturas sin laboreo alcanza los mejores resultados cuando se utiliza sistemáticamente. En contraste, sólo algo más de la mitad de los asesores concuerda totalmente con esa afirmación y el 92 % de ellos ha recomendado alguna práctica de laboreo intercalada.

Los cuatro problemas técnicos más señalados por los productores y asesores son: a) enfermedades y plagas; b) baja implantación; c) control de malezas; y d) compactación del suelo. En general, los investigadores tienen una visión más optimista, sosteniendo que se dispone de soluciones a los problemas técnicos más comunes.

Conclusiones

La investigación da nuevas evidencias en relación a que la siembra directa es una práctica recomendable por sus ventajas de corto plazo y, más aún, de largo plazo, para las empresas y la sociedad, desde dos puntos de vista: a) los resultados productivos y la competitividad; y b) la sostenibilidad ecológica de los sistemas agrícola - ganaderos. También en relación a que los mejores resultados se alcanzan en sistemas integrales.

Existe un amplio margen para: a) extender la adopción de la siembra directa entre productores que aún no la han incorporado, y b) promover una modalidad de empleo integral de la siembra directa en los sistemas productivos de una mayoría de productores que la han adoptado de modo más o menos ocasional o parcial.

Las principales dificultades para una adopción más amplia de la siembra directa son las restricciones en la información y los comportamientos reacios al cambio en un grupo de los productores que no la han incorporado.

En la fase de transición operan dificultades de carácter: a) económico financiero (acceso a equipos); b) técnico (por ejemplo, compactación del suelo), y c) de información (en especial, el acceso al asesoramiento técnico). En general, son mayores las dificultades que enfrentan los productores pequeños, con suelos más degradados y/o bajo un uso más intenso.

La adopción integral de la siembra directa enfrenta obstáculos en términos: a) estructurales (la adopción integral es mayor entre los que cultivan tierra de su propiedad, lo que indicaría restricciones para la adopción sistemática entre productores medianeros); b) de "mentalidad" (soluciones que antes estaban disponibles -como intercalar una rastra para nivelar y descompactar en superficie un suelo sobrepastoreado en malas condiciones-, dejan de estar en la "caja de herramientas", lo que implica modificar la lógica en la toma de decisiones en el establecimiento); c) técnicos (por ejemplo, compactación y huelleado al salir de la fase de pastoreo; incidencia de enfermedades); y d) de información (una parte de los técnicos asesores no están convencidos de las ventajas de una adopción integral).

Existen circuitos de información técnica diferentes que deberán ser considerados al proponer una estrategia de difusión de los conocimientos.

Sugerencias

El objetivo general y de largo plazo de las instituciones de investigación y difusión de tecnología, y de otras vinculadas al desarrollo agropecuario, debería orientarse a la ampliación de la adopción de la siembra directa como sistema integral, con fines de mejorar la competitividad y sostenibilidad ecológica de los sistemas agrícolas - ganaderos.

Las acciones deberían articular cuatro planos: a) investigación para la generación y/o adaptación de soluciones técnicas; b) actualización de asesores; c) difusión de conocimientos entre productores y contratistas; y d) incentivos o apoyos.

Son temas a priorizar en la agenda de investigación: a) prevención o control de enfermedades (rotaciones, especies y variedades resistentes, control químico); b) implantación (en especial, en cultivos de verano); c) control de malezas (actual y en un escenario de uso prolongado y extenso del glifosato); d) compactación (labores correctivas en la transición; momentos de retiro del ganado, tiempo de barbecho, volumen y calidad de rastrojo, especies mejoradoras); e) reducción del uso de agroquímicos (rotaciones, manejo del rastrojo, monitoreo de residuos químicos); protección de la biodiversidad y ordenamiento territorial; f) factores económicos y empresariales de la adopción; g) soluciones adaptadas a productores de menor escala; h) fortalecimiento de la coordinación en la investigación de distintos campos temáticos e instituciones.

Es muy recomendable promover actividades de actualización técnica en torno a dos temas: a) la transición, sus problemas y las soluciones; y b) los fundamentos y las ventajas de los sistemas integrales de siembra directa.

La actualización técnica debería implementarse a través de instancias coordinadas entre instituciones en las zonas de trabajo; y fortaleciendo el intercambio horizontal.

Las actividades de difusión deberían contemplar —en forma y contenidos— que los productores no adoptantes y los adoptantes tienen comportamientos diferentes en relación a la información.

Se sugiere estudiar campañas en medios masivos pero especializados, enfatizando en las ventajas del sistema de siembra directa desde la perspectiva económica y ambiental, como forma de llegar a los productores que no han incorporado la práctica.

Los productores que ya la utilizan son accesibles a través del técnico asesor, la organización de jornadas técnicas e información en revistas especializadas. La incorporación a grupos tiene un papel muy destacado en la promoción de una adopción integral de la práctica.

Los contratistas juegan un papel central como promotores (o no) de la siembra directa. Las acciones de difusión hacia estos actores resultan estratégicas para la mejora de los servicios y la ampliación de la adopción de la siembra directa.

La adopción de la siembra directa y de su modalidad integral enfrenta obstáculos no técnicos que pueden superarse mediante incentivos: a) crédito en condiciones preferenciales para compra de equipos, cultivos bajo siembra directa y sistemas integrales; b) fortalecimiento de instituciones, grupos y actores claves en la difusión (AUSID, grupos de productores, apoyo para el acceso a asesoramiento, certificación de contratistas); c) promoción de contratos de aparcería con condiciones específicas. El país cuenta con programas oficiales e instituciones públicas y privadas que, debidamente articulados, pueden sustentar las propuestas sugeridas.

LA SIEMBRA DIRECTA Y LA CALIDAD DEL SUELO

*Alejandro Morón*³

El desarrollo de la agricultura convencional, generalmente, ha conducido a un deterioro de la calidad del suelo y por ende de su capacidad productiva. En el caso de Uruguay, desde las etapas iniciales del desarrollo de la agricultura hasta fines de la década del 50 se caracterizó por la siembra continua de cultivos (trigo, cebada, maíz, sorgo, girasol), con laboreos convencionales, sin técnicas para el control de erosión y sin agregado de fertilizantes. Esto condujo a balances negativos de carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P) en el suelo y el consiguiente deterioro de las propiedades físicas, química y biológicas del suelo. A partir de 1960 comienza a cobrar importancia la aplicación de fertilizantes (N, P) y posteriormente en la década del 70 comienza la inclusión de pasturas (gramíneas y leguminosas) sembradas en rotación con los cultivos. Al principio de la década de 1980 comenzaron a implementarse distintas prácticas de conservación de suelos y se desarrollan las primeras experiencias en siembra directa de cultivos. En los comienzos de 1990 la siembra directa cobra importancia a nivel de productores.

La reciente incorporación de la siembra directa con el no movimiento del suelo, la colocación de importantes cantidades de residuos vegetales en superficie, y la inclusión o no de pasturas en la rotación plantea nuevas interrogantes sobre la evolución de la calidad del recurso suelo. Existe una preocupación creciente a nivel internacional, tanto desde el punto de vista productivo como ambiental, por el mantenimiento de la calidad del recurso suelo. La calidad del suelo puede ser definida como "la capacidad del suelo de funcionar dentro de un ecosistema sosteniendo la capacidad de producción biológica, manteniendo la calidad del ambiente y promoviendo la salud animal y vegetal". Idealmente un indicador de la calidad del suelo debe: a) integrar o evaluar los distintos conceptos manejados anteriormente, b) ser sensible para detectar los cambios producidos por el uso y manejo del mismo, y c) ser fácil de medir y accesible a muchos usuarios. El objetivo de esta exposición es presentar en forma resumida algunos de los avances realizados en Uruguay y en la Argentina en la selección de indicadores de la calidad del suelo que sean sensibles para detectar el efecto de las diferentes prácticas de uso y manejo del suelo.

Para la realización de estos trabajos se seleccionaron diferentes indicadores que directa o indirectamente están relacionados con la materia orgánica del suelo y sus dos componentes principales C y N. Se utiliza parte de la información generada en 4 trabajos en proceso de publicación:

- 1) Relevamiento de situaciones experimentales y comerciales en Uruguay con manejos de suelo contrastantes en diversos tipos de suelos.
- 2) Trabajo conjunto de INIA La Estanzuela e INTA Marcos Juárez en diversos experimentos de agricultura continua instalados en INTA Marcos Juárez que contrastan laboreo convencional con siembra directa. Dentro de estos se incluyeron los ensayos de siembra directa más viejos del Cono Sur que datan de 1974-75.
- 3) Trabajo conjunto de las estaciones Experimentales INIA La Estanzuela e INIA Treinta y Tres sobre experimento de largo plazo que contrastan diversas rotaciones forrajeras en siembra directa.
- 4) Trabajo conjunto de INTA Balcarce e INIA La Estanzuela sobre indicadores de uso y manejo de suelos en un ensayo de agricultura continua que contrasta siembra directa con laboreo convencional con y sin fertilización nitrogenada.

³ Ing. Agr., Dr., Sección Suelos INIA La Estanzuela. E-mail: moron@inia.org.uy

RESTRICCIONES FÍSICAS DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS SIN LABOREO

Daniel L. Martino¹

La estructura física del suelo regula la capacidad de almacenaje y los flujos de diferentes compuestos y energía, y afecta a los cultivos a través de cuatro propiedades fundamentales: la resistencia mecánica, y la disponibilidad de agua, oxígeno y energía para las raíces. Dichas propiedades son comúnmente expresadas a través de la resistencia a la penetración de sondas metálicas, el potencial de agua, la tasa de difusión de oxígeno, y la temperatura, respectivamente.

Estructura de suelo ideal

Un suelo ideal desde el punto de vista físico es aquel que posee una amplia capacidad de almacenaje de agua, lo que le permite mantener altos niveles de crecimiento en los períodos entre lluvias. Esta capacidad de almacenaje está en buena medida determinada por la textura del suelo y por la profundidad del suelo explorado por las raíces.

Una segunda característica importante es que, al secarse, el suelo no desarrolle altos niveles de resistencia mecánica, que impidan el crecimiento de raíces en suelo seco. La resistencia a la penetración de un suelo aumenta exponencialmente con la disminución en el contenido de humedad. Este incremento es mayor en suelos pesados que en suelos livianos, y también depende del manejo del suelo y la profundidad.

En tercer término, también es deseable que en condiciones de alto contenido de humedad el intercambio de gases (oxígeno y dióxido de carbono) no se vea afectado. En este sentido, la abundancia de macroporos, que además presenten la característica de estar interconectados para darle continuidad al flujo de gases, es una característica altamente deseable.

La disponibilidad de cantidades necesarias de energía térmica sería la cuarta característica deseable de un suelo. Si bien la temperatura del suelo es afectada principalmente por la temperatura del aire, hay otros factores como la textura, el arreglo espacial de los sólidos del suelo y el contenido de humedad, que determinan la conductividad térmica, es decir, el grado de paralelismo entre la temperatura del aire y la del suelo.

Estas cuatro características se relacionan con los cuatro factores básicos que definen el ambiente físico de los órganos subterráneos de las plantas. Sin embargo, la definición de la estructura óptima de un suelo implica por lo menos dos factores adicionales. En primer término, interesa una alta capacidad de infiltración de agua en el suelo, a efectos de captar agua de lluvias intensas. En segundo término, es deseable que la estructura del suelo que puede ser ideal en un momento dado, lo sea en forma permanente. La estabilidad de la estructura es pues, un factor muy importante a considerar.

La estructura del suelo bajo siembra directa

La adopción de la siembra directa, especialmente en suelos que han sufrido procesos degradativos por laboreos, puede favorecer, en el mediano a largo plazo, la reconstitución de su estructura. Sin embargo, en el corto plazo, el éxito de la siembra directa puede estar limitado por restricciones físicas del suelo. La particular combinación de factores que caracteriza a la agricultura uruguaya agudiza la potencial ocurrencia de estos problemas. Estos factores incluyen: suelos de texturas medias a pesadas con baja capacidad de infiltración de agua, clima con frecuentes excesos de humedad, y frecuente tráfico de maquinarias y animales sobre los suelos.

¹Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital, INIA La Estanzuela.
E-mail: martino@inia.org.uy

Los cultivos que se desarrollan en suelos indisturbados son sujetos con frecuencia a deficiente contacto entre semillas y suelo, a frecuentes excesos de humedad, a una elevada resistencia mecánica para el crecimiento de las raíces, a deficiencias de nutrientes, y a frecuentes deficiencias de agua. Estas condiciones se manifestarían con máxima intensidad durante la transición desde sistemas basados en laboreo, y tenderían a desaparecer debido a la acción en el largo plazo de los procesos de acumulación de materia orgánica, crecimiento y descomposición de raíces, y actividad de la mesofauna del suelo.

Los trabajos conducidos por el INIA en La Estanzuela y en varios puntos del litoral oeste y sur del país en los últimos diez años han revelado que los problemas físicos de suelo asociados a la siembra directa son muy frecuentes. Muchas veces, esas deficiencias son disimuladas por las numerosas ventajas de la técnica de producción, y pasan desapercibidos para el productor. Otras veces, los efectos negativos de una estructura deficiente son muy evidentes, y han conducido a diversos fracasos. Los problemas de estructura física de suelo más comúnmente observados en Uruguay han sido los siguientes:

- baja disponibilidad de energía térmica para la implantación tanto de cultivos de invierno como de cultivos de verano tempranos, lo cual determina largos períodos siembra-emergencia, pérdida de vigor de las plántulas, y mayor susceptibilidad a enfermedades e insectos, todo lo cual puede resultar en bajas densidades de plantas.
- baja capacidad de infiltración de agua en los suelos, especialmente en situaciones de suelo muy degradado, o en donde hubo previamente intenso tráfico de maquinaria y/o animales en pastoreo; lo que determina ocurrencia de déficits hídricos (aún en caso de relativa abundancia de lluvias), problemas de sobrevivencia de plantas y pérdidas de productividad.
- elevada resistencia mecánica del suelo, que impide su adecuada exploración por las raíces, especialmente en períodos de baja disponibilidad de agua; este problema afecta principalmente a los cultivos de verano, en especial al maíz, que es muy susceptible a la deficiencia de agua.
- deficiencia de oxígeno para la germinación y profundización temprana de las raíces, principalmente en condiciones de abundancia de rastrojo y exceso de lluvias, que afecta a cultivos de invierno.

Manejo de la estructura del suelo en siembra directa

Tradicionalmente, diversas prácticas de laboreo han sido la principal herramienta para mitigar los problemas de compactación y otras deficiencias estructurales de los suelos. Sin embargo, la mejora en la estructura lograda a través del laboreo es en general transitoria, particularmente en suelos degradados, con bajo contenido de materia orgánica y pobre estabilidad de agregados. La reiteración de laboreos en el tiempo conduce a un proceso de degradación de la estructura en el mediano y largo plazo.

La actual tendencia mundial hacia la eliminación del laboreo hace necesario buscar nuevas alternativas para lidiar con los problemas de estructura física de los suelos. A continuación se describe los avances logrados por el INIA en el desarrollo de estas nuevas formas de manejo de las condiciones físicas de los suelos.

Aflojamiento mecánico del suelo: el Paraplow

El Paraplow es una herramienta de subsolado desarrollada en Inglaterra hace dos décadas, que permite aflojar suelos compactados hasta una profundidad de 50 cm, con muy escasa disturbación de la superficie y, por consiguiente, apta para ser usada en sistemas de siembra directa. Su utilización ha permitido superar las restricciones físicas de los suelos, e forma económicamente factible, en un amplio rango de situaciones evaluadas.

En los diversos experimentos y pruebas realizados, el Paraplow redujo la resistencia mecánica de los suelos, mejoró la capacidad de infiltración de agua e incrementó la aereación del suelo en condiciones de alta probabilidad de exceso hídrico. Sus efectos tuvieron una residualidad de hasta dos años. El aflojamiento del suelo ocurrió virtualmente en todo el volumen hasta 45 cm de profundidad. El efecto máximo ocurrió a una profundidad de entre 20 y 30 cm, mientras que el mínimo efecto se verificó a 10 cm de profundidad. No hubo diferencias en la efectividad del subsolado debidas a variaciones en el

contenido de humedad del suelo en el momento de la operación.

En la amplia mayoría de casos, el Paraplow indujo aumentos de rendimiento de los cultivos. La respuesta de los cultivos varió según la especie, el tiempo transcurrido desde el subsolado, las características climáticas, principalmente la cantidad de lluvia, y otros factores tales como la infestación con malezas.

La respuesta de los cultivos al Paraplow se explica por sus efectos positivos sobre la implantación (a través de la minimización de excesos hídricos, aumento de temperatura del suelo y mejora en el contacto entre semillas y suelo); la proliferación de raíces (a través de la reducción en la resistencia mecánica, la mejor aereación del subsuelo y la mayor infiltración de agua); y la sobrevivencia de macollos y órganos reproductivos (a través de un mayor número de raíces adventicias).

Laboreo biológico de los suelos

Otro enfoque para evitar los problemas físicos del suelo en sistemas de siembra directa sería la explotación de la habilidad de ciertas especies para desarrollar sus raíces en suelos con altos niveles de compactación. Estas raíces producirían un sistema de canales en el suelo, los cuales podrían ser utilizados por las raíces de otros cultivos más susceptibles a la compactación. Este "laboreo biológico" también puede ser efectuado por organismos del suelo como las lombrices, aunque aún no se dispone de técnicas refinadas para su manipulación.

Los resultados obtenidos hasta el presente en La Estanzuela muestran que la alfalfa y la achicoria fueron, entre las diversas especies forrajeras evaluadas, las que determinaron una mejor estructura en el suelo luego de 4-6 años. Esta mejor estructura del suelo se reflejó en una alta productividad de sorgo granífero y trigo sembrados a continuación de las forrajeras. La ventaja de estas especies sobre otras como la festuca, el trébol blanco y el trébol rojo, estuvo asociada a una superior capacidad de infiltración de agua en el suelo y a una más profunda exploración del suelo por las raíces de los cultivos cerealeros. Si bien aún no se dispone de evidencias concluyentes, las especies con raíces pivotantes tienden a mejorar la condición física del suelo en mayor medida que aquellas con sistemas de raíces fibrosas.

Explotación de la variabilidad genética de los cultivos

Ciertas características asociadas con tolerancia a la resistencia mecánica o a la anoxia presentan variabilidad genética intraespecífica. Estas características podrían ser identificadas para desarrollar cultivares que puedan ser utilizados en ambientes con restricciones físicas del suelo.

Aún son escasos los avances, en Uruguay y en otros países, en la evaluación de la interacción genotipo x sistema de laboreo y en la identificación de cultivares aptos para siembra directa. Es muy posible que en los próximos años comiencen a dar frutos los trabajos iniciados recientemente en La Estanzuela en este sentido.

MANEJO DE MANCHAS FOLIARES DE TRIGO Y CEBADA BAJO SIEMBRA DIRECTA

Silvina Stewart⁴

Las enfermedades causadas por microorganismos necrotróficos o capaces de extraer sus nutrientes de los tejidos muertos del huésped, son favorecidas por el rastrojo en superficie dado que lo utilizan como fuente de alimento, multiplicación y supervivencia entre zafras. Generalmente, estas enfermedades, requieren que el residuo del cual se alimentan sea de su propio huésped.

En el período 1996-98, en La Estanzuela, se desarrollaron trabajos con el objetivo de entender como, donde y por cuanto tiempo sobreviven estos patógenos en nuestras condiciones, así como medir el efecto de prácticas culturales como la rotación de cultivos en el desarrollo de las manchas foliares de trigo y cebada.

Se cuantificaron las principales fuentes de inóculo en el cultivo; aire, suelo, semilla y rastrojo, así como los huéspedes alternativos donde estos hongos son capaces de sobrevivir. Se determinó que la principal fuente de inóculo en siembra directa es el rastrojo, y que la magnitud de contaminación de dicha fuente va a depender de la variedad seleccionada y de la intensidad de la enfermedad en el cultivo.

El principio de la rotación de cultivos para el control de enfermedades, esta basado en la supresión del sustrato nutricional del micro-organismo, y solo es efectivo para aquellos organismos capaces de sobrevivir sin su hospedero vivo en el período entre zafras. El monocultivo, al contrario, hace que periódicamente estemos reintroduciendo el alimento preferencial, y por lo tanto, garantizando la continuidad del ciclo biológico del patógeno. Por lo tanto, el control por rotación en siembra directa se basa en dos aspectos fundamentales; respetar el período requerido para la descomposición total del residuo y rotar con especies no-susceptibles a los patógenos que deseamos erradicar.

En La Estanzuela, se ha determinado que los hongos en el rastrojo de cebada siguen viables hasta 27 meses luego de la cosecha y que el tiempo de mineralización del rastrojo en superficie es mayor a 24 meses para trigo y cebada.

Durante tres años consecutivos, se midieron los efectos de distintas secuencias de cultivos o manejo de rastrojos (rastrojo entero, quema y rastrojo de avena) sobre la cantidad de manchas foliares en variedades de trigo y cebada. El mejor cultivo antecesor en ambos casos fue la avena, presentando este tratamiento consistentemente menor cantidad de manchas que el cultivo sembrado sobre el rastrojo de su misma especie. La eficiencia de control de esta herramienta fue de 57 y 64 % en cebada y trigo, respectivamente.

⁴ Lic. Biología, Sección Protección Vegetal, INIA La Estanzuela, Ruta 50 km 11, CC 39173, CP 70000, Colonia, Uruguay. E-mail: silvina@inia.org.uy

CONTROL DE MANCHA PARDA EN TRIGO EN SIEMBRA DIRECTA

Martha Díaz de Ackermann⁵

La mancha parda o amarilla del trigo causada por *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drech., estado sexual de *Drechslera tritici-repentis* (Died) Shoem., puede ser controlada interrumpiendo el ciclo del patógeno, a través del conocimiento de las variables epidemiológicas de la enfermedad, con prácticas culturales, sembrando cultivares resistentes y/o aplicando fungicidas.

Con relación a la siembra de cultivares resistentes, en INIA Estanzuela desde 1992 se siembran colecciones de germoplasma para identificar fuentes de resistencia y caracterizar el comportamiento frente a la enfermedad. En los primeros años éstas colecciones se sembraron en Young, zona norte del país, donde la enfermedad se presenta con mayor intensidad. Desde 1997 se siembran en Mercedes, donde predomina la siembra directa, sobre rastrojo de trigo infectado para asegurar la infección.

Las fuentes de resistencia identificadas y los materiales, de mejor comportamiento frente a la enfermedad, seleccionados con más de tres años de evaluación fueron: Suzhoe#10//ALD"S"/PVN"S", Milan"S", EFED/LE2154, BR14/CEP847, Florida 301, CEP8386 y PG1. La disminución del peso de 1000 granos en estos materiales osciló entre 0 y 8%. Los tres últimos cultivares fueron probados también en Brasil, donde Florida 301 fue clasificado como resistente y CEP8386 y PG1 como moderadamente resistentes por Corio Da Luz (Comunicado Técnico on line Nro. 37, EMBRAPA/Trigo, diciembre 1999). Estos materiales seleccionados se derivan al programa de cruces del Programa de Mejoramiento o en algunos casos pueden ser evaluados por otras características y ser liberados directamente para su comercialización.

Con relación al control químico, desde 1998 se prueban diferentes fungicidas, recomendados para esta enfermedad, para determinar las eficiencias de control. Los triazoles y las nuevas estrobilurinas han sido altamente eficientes para controlar la roya y la septoriosis de la hoja pero no han sido tan eficientes para el control de la mancha parda. Al no contar con fungicidas que detengan el avance de la enfermedad, ha sido difícil determinar el daño causado por esta enfermedad. Recientemente, alguna combinación de triazol + estrobilurina, ha presentado un aumento en la eficiencia de control y por lo tanto en un futuro cercano aportaría más información sobre el efecto de la enfermedad en los distintos cultivares y una mejor herramienta de control.

En términos relativos, dentro de la baja eficiencia del control el mejor producto en 1998 fue el epoxiconazol+carbendazim (Swing - 1000cc/ha). En 1999 los mejores productos fueron: un experimental de BASF, Swing, propiconazol+trifloxistrobin (Stratego 250 EC - 750cc/ha) y propiconazol+ciproconazol (Artea 330 EC - 400cc/ha). En el 2000 los mejores productos fueron: Swing, tebuconazol (Folicur 430 SC - 450cc/ha) y Stratego. La eficiencia en el mejor de los casos llegó a un 47%.

Mejores producto en el 2000
Producto experimental de BASF (494-512) (e)
Swing 1000/Folicur 450/ Stratego 750 (d)
Mejores productos en 1999
Experimental de BASF 494 (e)
Swing 1000/ Stratego 750/Artea 400 (e)
No estuvo en ensayo el Folicur
Mejores productos en 1998
Swing 1000

⁵ Ing. Agr., M. Sc., Sección Protección Vegetal, INIA La Estanzuela, Ruta 50- km. 11, CC 39173, CP 70000, Colonia, Uruguay. E-mail: martha@le.inia.org.uy

FUSARIOSIS DE LA ESPIGA DE TRIGO Y CEBADA EN SIEMBRA DIRECTA

Silvia Pereyra⁶

La fusariosis de la espiga es una enfermedad de importancia creciente en los cultivos de trigo y cebada en Uruguay. El hongo más frecuentemente asociado a esta enfermedad es *Fusarium graminearum* (teleomorfo *Gibberella zeae*) y tiene la característica sobresaliente de producir toxinas que son nocivas para la salud humana y animal.

A nivel mundial, el incremento de la incidencia de la fusariosis de la espiga ha estado generalmente asociado a cambios en los patrones climáticos con condiciones de humedad y temperatura que favorecen el desarrollo de la enfermedad; a la falta de cultivares de trigo y cebada con resistencia efectiva y adecuadas características agronómicas y de calidad; y/o a cambios en los sistemas de producción, fundamentalmente al uso de cultivos susceptibles en las rotaciones y/o al incremento en el uso de prácticas de laboreo conservacionistas que contribuyen a un mayor volumen de rastrojo de cultivos sobre la superficie del suelo y que constituyen un reservorio del hongo.

Particularmente, en Uruguay, la falta de cultivares de trigo y cebada con resistencia adecuada a la fusariosis de la espiga a nivel de producción, los cambios ocurridos en los sistemas de producción en la última década (principalmente el incremento del área de cultivos en siembra directa), y la apuesta a la producción de trigo y cebada de alta calidad y libre de micotoxinas, han determinado que en INIA La Estanzuela se realicen trabajos relacionados a esta enfermedad. La investigación en la fusariosis de la espiga en trigo y cebada busca resolver las carencias a nivel de resistencia genética, control químico y manejo cultural. La información presentada en este taller se refiere a los trabajos relacionados a este último punto: identificar aquellas prácticas culturales apropiadas que disminuyan la presión de inóculo en nuestros sistemas de producción.

Fusarium graminearum sobrevive como saprófito en los rastrojos de cultivos cerealeros como maíz, trigo, cebada y sorgo, así como también en otras especies gramíneas constituyentes tanto de pasturas (naturales o cultivadas) como de la población de malezas. En el litoral-oeste se han encontrado peritecios (estructuras reproductivas del hongo, productoras del inóculo primario) en rastrojos de maíz, trigo, cebada, sorgo, moha, y en malezas importantes como gramilla (*Cynodon dactylon*) y pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*). Por esta razón, se busca establecer cuál es la contribución relativa de cada fuente de inóculo primario comparando rastrojos de cultivos susceptibles, malezas gramíneas y gramíneas componentes de nuestras pasturas y determinar qué estrategias de manejo cultural pueden disminuir el riesgo de ocurrencia de la fusariosis de la espiga.

En ensayos de largo plazo en La Estanzuela, con dos sistemas de laboreo (reducido vs. siembra directa) y dos rotaciones (agricultura continua cerealera vs. agricultura con alfalfa) se ha aislado *F. graminearum* de rastrojos de trigo, cebada y maíz de distintas edades y de pasto blanco y gramilla, malezas gramíneas predominantes en estos ensayos. Los datos preliminares obtenidos hasta ahora indicarían que la sobrevivencia del hongo decrece con la edad del rastrojo. Se ha encontrado rastrojo de maíz sobre la superficie del suelo colonizado por *F. graminearum* (aunque a bajos niveles) hasta tres años luego de la cosecha de este cultivo.

⁶ Ing. Agr., MSc., Sección Protección Vegetal, INIA La Estanzuela, Ruta 50 km 11, CC 39173, CP70000, Colonia, Uruguay. E-mail: silviap@le.inia.org.uy

La disminución de la proporción de cultivos cerealeros en la rotación y un control adecuado de las malezas gramíneas podrían disminuir la carga local de inóculo y el potencial para que la enfermedad se desarrolle. Si bien estas medidas por sí solas no son eficientes, contribuyen al manejo integrado de la fusariosis de la espiga.

MACROFAUNA DEL SUELO EN SISTEMAS CON SIEMBRA DIRECTA

*María Stella Zerbino**

La siembra directa, como consecuencia de la falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie, crea un ambiente que favorece el desarrollo de poblaciones de algunos organismos que viven en el suelo.

La fauna que habita en el suelo se divide en grupos de acuerdo al tamaño del cuerpo. La macrofauna esta integrada por los individuos que miden más de 2mm: adultos y larvas de insectos, lombrices, enchytraeidos (lombrices pequeñas), arañas, bicho bolita, cienpies y milpies y moluscos (babosas y caracoles). La mayoría de ellos se caracterizan por tener movimientos lentos, baja tasa de reproducción y ciclo biológico largo; como máximo tienen dos generaciones por año.

De acuerdo al tipo de alimentación, la macrofauna del suelo se puede clasificar en fitófagos, detritívoros, predadores y geófagos, etc. Con excepción de los primeros, el resto desempeña funciones benéficas, como control de plagas, incorporación de materia orgánica y nutrientes y/o construcción de canales que mejoran la infiltración. Inclusive aquellos que causan daños, desarrollan actividades tales como excavar galerías, construir nidos y reducir el tamaño de la partícula de los residuos, que redundan en una mejora de la estructura y fertilidad del suelo. En los sistemas con siembra directa, el aumento en la abundancia y diversidad de la macrofauna del suelo determina un incremento de la actividad y diversidad de la microfauna y microflora, por lo que se incrementa la importancia de las comunidades asociadas con los transformadores del rastrojo.

Con la ausencia del laboreo y la presencia del rastrojo en superficie hay una tendencia al restablecimiento de la fauna nativa y el carácter de "plaga" que algunos individuos tienen con el laboreo convencional, desaparece. Hay que tener en cuenta que dentro de este grupo, algunos de ellos cuando los ambientes no eran perturbados cumplían un rol benéfico que lo vuelven a desempeñar, por ejemplo las isocas incorporan materia orgánica. Por otra lado, aquellos insectos que pasan el invierno en estados inmaduros en el rastrojo (ej.: "barrenador del tallo en maíz") también encuentran un ambiente favorable, por lo que aumenta la probabilidad de que lleguen a causar mayores daños que en un sistema con laboreo convencional. El control biológico natural recobra una gran importancia, dado que la presencia de rastrojo en superficie favorece la sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales.

Hay que tener en cuenta que los primeros años de adopción de esta técnica son de transición por lo que los problemas pueden ser diferentes según el tiempo de adopción de la siembra directa. Los grupos que predominan variarán además según el sistema de producción y el manejo que se realiza (tiempo de barbecho, fertilización, etc.).

Desde 1997, INIA La Estanzuela en colaboración con AUSID realiza relevamientos de situaciones de sistemas agrícolas y agrícolas ganaderos en la zona de Cololó y a partir de 1998 en sistemas lecheros de la zona de Tarariras. Los objetivos de los mismos son: determinar cuales son los problemas de plagas más frecuentes en distintos sistemas de producción y/o rotaciones, conocer el ciclo de algunos individuos y estudiar la evolución de la macrofauna en el transcurso del tiempo en siembra directa. Del análisis de la información obtenida en muestreos y de las consultas recibidas hasta este momento, surgen como principales problemas los gorgojos del suelo en pasturas con más de dos años de implantación o cultivos posteriores a

* Ing. Agr. INIA La Estanzuela. E-mail: stella@inia.org.uy

pasturas. En circunstancias particulares como los trigos de pastoreo se observaron importantes daños causados por una isoca (*Cyclocephala signaticollis*) que es diferente a la que comúnmente estamos acostumbrados a ver en nuestro campos. También el bicho bolita causa pérdidas importantes en avenas en rotación con leguminosas, en sistemas lecheros. Hasta el momento no se registraron daños importantes causados por larvas de *Diloboderus abderus*, la razón es la presencia del rastrojo en superficie. Con respecto a daño causado por grillos y moluscos fundamentalmente babosas, fueron reportados casos aislados. Hasta el momento no se observó ningún caso de daño de gusano alambre.

DESCOMPOSICIÓN DE RASTROJOS EN SIEMBRA DIRECTA

Alejandro Morón⁷

Un manejo adecuado de los rastrojos implica conocer los distintos efectos que estos producen en el suelo así como la o las principales limitantes del sistema agrícola en consideración. Los rastrojos afectan propiedades y procesos físicos (contenido de agua del suelo, temperatura del suelo, erosión, etc.), biológicos (cantidad y composición de la biomasa microbiana, mineralización e inmovilización de nutrientes, etc.), y químicos (carbono y nitrógeno en la materia orgánica, pH, fósforo, etc.). La constitución de los diversos materiales vegetales que entran al suelo es heterogénea.

Los principales componentes orgánicos son: celulosa, hemicelulosa, lignina, proteínas, compuestos solubles al agua y compuestos solubles en eter y alcohol. El porcentaje que ocupa cada gran categoría depende de la especie vegetal considerada y del estado de desarrollo. A medida que la planta avanza en su desarrollo aumenta el contenido de celulosa y lignina y disminuyen las fracciones solubles al agua y las proteínas. En general se acepta que la velocidad de descomposición de los diferentes compuestos orgánicos por los microorganismos disminuye según el siguiente orden: azúcares y aminoácidos > proteínas > celulosa > lignina. El crecimiento y desarrollo de los microorganismos inducido por la presencia de un rastrojo o material vegetal implica una retención temporaria de carbono (C) y otros elementos como nitrógeno (N), fósforo, calcio, magnesio, etc. La siembra directa con la colocación de los rastrojos en superficie introduce importantes cambios en el microambiente del rastrojo.

Las condiciones de descomposición en superficie son más adversas para los microorganismos que cuando el rastrojo está enterrado. Resultados experimentales de INIA La Estanzuela muestran que es muy rápida la liberación de N de rastrojos enterrados de alta calidad como T. blanco. Es claro y persistente el fenómeno de inmovilización de N en rastrojo enterrado de caña de sorgo por los microorganismos (hongos). Existe una inducción a la inmovilización microbiológica del N en el suelo que rodea el rastrojo de baja calidad. Parece claro que la lenta descomposición de los rastrojos en superficie resulta en un gran potencial para inmovilizar N por largos períodos. La principal explicación para esta tendencia esta dada por el hecho de que los rastrojos en superficie se encuentran en microambientes de descomposición más desfavorables que cuando son enterrados. Los rastrojos en superficie tienden a favorecer relativamente el desarrollo de los hongos frente a las bacterias. De esta información se deduce la necesidad de sincronizar en el tiempo la oferta de N desde el suelo y la demanda de N por parte del cultivo. Según resultados de INIA La Estanzuela existen indicadores de calidad de los rastrojos como FDN (fibra detergente neutra) o relación C / N que permiten predecir velocidades de descomposición y liberación o inmovilización de N. La presencia de altas cantidades de rastrojos de baja calidad en momentos de alta demanda de N por el cultivo, puede provocar mermas de rendimiento debido a déficits de N.

En un sistema agrícola las entradas de C están dadas por los rastrojos, raíces y exudados radiculares mientras que las salidas son las pérdidas por erosión y mineralización (C-CO₂). La siembra directa o siembra sin laboreo introduce cambios importantes en la dinámica y balance de C en el suelo. Los cambios significativos son producidos por: a) rastrojos en superficie, y b) no movimiento o no laboreo del suelo. Estos cambios tienden a traducirse en un balance de C en el suelo mas positivo en los sistemas de siembra directa cuando son comparados con los sistemas de laboreo convencional.

⁷ Ing. Agr., Dr., Sección Suelos INIA La Estanzuela, E-mail: moron@inia.org.uy

DINÁMICA DEL NITRÓGENO EN LA ROTACIÓN CULTIVO – PASTURA BAJO LABOREO CONVENCIONAL Y SIEMBRA DIRECTA

Jorge Sawchik⁸

El desarrollo de la agricultura de granos del Uruguay, durante las tres últimas décadas, ha estado basado en la adopción del sistema mixto agrícola ganadero. La irrupción de la siembra directa, con su capacidad de minimizar la erosión de suelos, plantea la interrogante volver a sistemas especializados en agricultura continua o incorporarla a los sistemas de rotaciones con pasturas sumando los beneficios de ambas tecnologías.

Las rotaciones con pasturas contribuyen con los beneficios de la diversificación productiva; reducción de plagas, enfermedades y malezas y por ende menor necesidad de empleo de defensivos. Sin embargo la contribución, quizás más valorada, es la economía de fertilizantes nitrogenados debido a la fijación biológica de N por las praderas con leguminosas.

La información sobre la dinámica de N en los sistemas mixtos ha sido generada mayoritariamente bajo condiciones de laboreo convencional. El objetivo del presente artículo es revisar la información existente en algunos aspectos básicos de la dinámica de N bajo estos sistemas y los cambios esperados con la inserción de la siembra directa.

La dinámica del N en los suelos bajo sistemas agrícola-ganaderos tiene dos grandes fases; de acumulación durante el período de pasturas y disminución en el ciclo de cultivos anuales. En la fase de pasturas no cabría esperar diferencias significativas en la dinámica del N entre un sistema con SD o en Convencional. Los cambios en pérdidas, eficiencia y residualidad de N son notorios en la fase agrícola y centran la atención de la experimentación actual.

Comienza a verificarse a través de indicadores tales como; el Potencial de mineralización de N (PMN) y el (NT), mayor eficiencia en la recuperación del N dejado por las pasturas en la fase agrícola en SD que en LC.

⁸ Ing. Agr., MSc., Manejo y Fertilidad de Suelos, INIA La Estanzuela, Uruguay.
E-mail: sawchik@inia.org.uy

MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS EN SISTEMAS MIXTOS

*Amalia Ríos**

En sistemas mixtos bajo laboreo convencional las malezas se caracterizan por su capacidad elevada de capturar recursos abióticos en los estadios iniciales de crecimiento, que le confieren tasas altas de crecimiento inicial y de producción abundante de semillas. Se destacan así por su adaptación a estos hábitats con bajos niveles de estrés abiótico, fuerte competencia y frecuentemente laboreados característico de sistemas agrícolas.

Paralelamente, sus propágulos reproductivos han desarrollado mecanismos de dormancia que les permiten sobrevivir enterrados a profundidades variables asegurando su persistencia. Así, para que las semillas germinen deben satisfacerse principalmente requerimientos de luz, de temperaturas alternas, de lluvias, de vernalización.

En sistemas bajo siembra directa los laboreos son sustituidos por aplicaciones de herbicidas totales con lo cual se alcanzan cometidos similares, el barbecho químico sustituye al laboreo en la preparación de la cama de siembra y en el control de las malezas, a lo cual se le suma la presencia del rastrojo en superficie.

Los residuos de cultivos presentes en la superficie del suelo modifican el tipo de radiación que llega a éste, su temperatura, la dinámica del agua y nutrientes, alterando la comunidad de malezas con relación a las situaciones con laboreo convencional.

La eliminación del laboreo produce en lo inmediato una disminución en la emergencia de plántulas ya que sólo germinarán las más próximas a la superficie, permaneciendo dormidas e integrando el banco de semillas del suelo las enterradas a mayores profundidades. Al distribuirse las semillas en la superficie del suelo se concentran los flujos de germinación favoreciendo la eficiencia de las aplicaciones de herbicidas.

Asimismo, las semillas al quedar en superficie se deterioran más rápidamente al estar más expuestas a factores abióticos, a la acción de patógenos, insectos y predadores.

La presencia del rastrojo también incide en la pérdida de viabilidad de las semillas y disminuye la sobrevivencia de las plántulas, al constituirse éstas, semillas y plántulas, en el sustrato alimentario de microorganismos y fitopatógenos cuya presencia esta favorecida por los restos vegetales en superficie.

La germinación y el crecimiento de malezas son deteriorados, además, por los procesos de descomposición de los residuos vegetales que liberan al ambiente distintos compuestos químicos con características alelopáticas.

Asimismo, el rastrojo ejerce un efecto físico en la sobrevivencia de las plántulas pues las reservas pueden no ser suficientes para atravesarlo y que lleguen a ser autotróficamente independientes. Este efecto es de mayor incidencia en especies de semillas pequeñas.

Otra respuesta producida por la presencia de residuos es que al interceptar la luz solar se determina que muchas especies de malezas no germinen en esas condiciones. Como ya fue señalado la radiación solar tiene un rol fundamental en la germinación de semillas y es uno de los principales factores determinantes de su dormancia.

* Ing. Agr., M. Sc., Dr. Sc., INIA La Estanzuela

Esta condición ecofisiológica permite la persistencia de especies de semilla pequeña que no tienen la capacidad de sobrevivir en condiciones de competencia y que consecuentemente no germinan cuando existe una cobertura vegetal que condiciona la implantación y sobrevivencia de plántulas.

El rastreo a través de sus efectos de sombreado, al que se le suman el alelopático y de microclima que favorece la presencia de fitopatógenos, el físico que implica atravesar la barrera de restos vegetales sería en primera instancia, junto a la no remoción del suelo los factores determinantes de los cambios en las poblaciones de malezas en sistemas de siembra directa.

Sin embargo debemos considerar que la presencia de residuos en superficie puede alterar la eficiencia de herbicidas residuales que interceptan y retienen parte de la dosis aplicada. En consecuencia el tipo de rastreo, su distribución y cantidad interfieren en la llegada de los herbicidas al suelo produciendo también efectos diferenciales que afectan al control de las malezas. El movimiento de los productos a través de los restos del cultivo dependerá entonces de la ocurrencia de lluvias posteriores a la aplicación que remueva los herbicidas hacia el suelo.

Así, en respuesta a estos cambios en las prácticas agronómicas es de esperar alteraciones en las comunidades florísticas más acentuadas en la medida que sea mayor la presión de selección ejercida por los herbicidas.

En este contexto los sistemas de siembra directa posiblemente evolucionen a una mayor incidencia de especies gramíneas en cultivos de invierno y verano y a una mayor presencia de latifoliadas consideradas no relevantes en sistemas bajo laboreo. Los cambios podrían ser más drásticos en la medida que la rotación sea más agrícola así como el riesgo en la aparición de resistencias de distintas especies de malezas.

El manejo integrado de malezas requiere del monitoreo de la evolución de las comunidades florísticas en sistemas de siembra directa, para mantener su biodiversidad evitando transitar hacia la monoespecificidad una situación que hasta el momento han permitido evitar los sistemas mixtos.

SECUESTRO DE CARBONO ATMOSFÉRICO: ¿UN NUEVO INGRESO PARA LOS AGRICULTORES?

Daniel L. Martino⁹

La masiva adopción de la siembra directa en los países del Cono Sur, impulsada por las indiscutibles ventajas económicas de este sistema, puede resultar en diversos beneficios ambientales. Los desarrollos en materia de valoración económica de esos beneficios y la creación de los necesarios mecanismos de mercado podrán permitir generar nuevos ingresos a los agricultores a través de la venta de servicios ambientales.

La forma más inmediata de esta novedosa fuente de ingresos parecería ser la venta del servicio de secuestro de carbono para el combate del cambio climático. La concreción de esta posibilidad dependerá de decisiones políticas tanto de los gobiernos como de la comunidad de naciones. Esta presentación aporta un análisis de los fundamentos de la creación de los "certificados de carbono" como nueva *commodity*, y del complejo camino de las negociaciones internacionales, el cual podrá conducir hacia la consolidación de un mercado con participación de agricultores.

Cambio climático y sumideros de carbono

El cambio climático es un fenómeno global, tanto en sus orígenes como en sus consecuencias. La emisión o la absorción de un gas en cualquier punto de la Tierra afecta su concentración en toda la atmósfera. La Cumbre Ambiental de Río de Janeiro de 1992 declaró al cambio climático como uno de los tres grandes problemas ambientales con alcance global, y derivó en la conformación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), adoptada por 180 países en 1994. Como parte del proceso de la CMNUCC, el Protocolo de Kioto (PK) reglamenta la acción de los países frente al cambio climático, aceptando como instrumento válido el comercio de certificados que respalden una reducción de emisiones o un retiro o "secuestro" de dióxido de carbono.

Los ecosistemas que secuestran CO₂ de la atmósfera son conocidos como sumideros. La acumulación de carbono en compuestos orgánicos de la biomasa y la materia orgánica de los suelos es una de las formas de mitigación del efecto invernadero. Como consecuencia de las actividades humanas, la atmósfera acumula anualmente entre 2 y 3 Pg (1 Pg es igual a mil millones de toneladas) de carbono. Esta cifra es relativamente menor si se la compara con la cantidad de carbono que circula anualmente a través del ciclo respiración-fotosíntesis de los organismos terrestres, que es del orden de 60 Pg anuales. Esto significa que un incremento relativamente pequeño en la fotosíntesis neta podría contribuir significativamente a la compensación de la acumulación anual de carbono en la atmósfera.

Desde la Revolución Industrial hasta el presente, las emisiones acumuladas de CO₂ resultantes de actividades humanas han sido del orden de 400 Pg de C. Como resultado, la atmósfera contiene hoy 170 Pg de C como CO₂ adicionales a los que había hace 200 años. De las emisiones acumuladas de 400 Pg, 270 Pg correspondieron a la quema de combustibles fósiles, mientras que 136 Pg de C fueron liberados como consecuencia de cambios en el uso de la tierra. La emisión histórica por cambios en el uso de la tierra (136 Pg) nos da una indicación del potencial ecológico para iniciar el proceso inverso, es decir, la devolución del carbono a su

⁹Ing. Agr., Ph.D., Grupo de Riego, Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital (GRAS) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay, e-mail: martino@inia.org.uy

lugar de origen. La comparación de esta cifra con la del excedente de carbono en la atmósfera (170 Pg) sugiere que la creación de sumideros sería un instrumento fundamental para el combate del cambio climático. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático, un cuerpo integrado por 2.000 científicos, ha estimado que en los próximos 50 años se podría secuestrar o conservar entre 60 y 87 Pg C en bosques, y entre 23 y 44 Pg C en suelos.

El objetivo central de la CMNUCC es "estabilizar la concentración atmosférica de los gases con efecto invernadero en niveles que no interfieran peligrosamente con el sistema climático". Considerando que el contenido de carbono de la atmósfera aumenta exponencialmente, y que la capacidad de los sumideros es limitada, es claro que será necesario focalizar los mayores esfuerzos en el desarrollo de fuentes de energía limpias y en la mejora en la eficiencia de uso de la energía para cumplir con ese objetivo. Pero cualquier estrategia de combate del cambio climático que se adopte debería aprovechar las ventajas que ofrecen los sumideros.

Generación de certificados de carbono por adopción de la siembra directa

La adopción de la siembra directa en sustitución de sistemas tradicionales de agricultura basados en el laboreo de suelos contribuye a la mitigación del cambio climático a través de varios factores:

Aumento en el contenido de carbono del suelo

El laboreo promueve la descomposición de la materia orgánica del suelo al aumentar el grado de aireación y la exposición de la materia orgánica a los microorganismos. Cuando un suelo se deja de labrear, manteniéndose el mismo nivel de aporte anual de residuos vegetales, comienza un proceso de acumulación de carbono en el suelo como resultado de la menor tasa de mineralización. Esto sucede durante un período de tiempo, hasta que se alcanza un nuevo equilibrio correspondiente al sistema de producción utilizado. El nuevo equilibrio puede alcanzarse en un plazo del orden de 50 ó más años. El aumento en el contenido de carbono es muy rápido en los primeros años, y cada vez más lento hasta hacerse casi imperceptible. Datos de La Estanzuela sugieren que, en suelos con historia de agricultura previa, es posible acumular cerca de 1 t C/ha/año, durante un período de al menos diez años.

Reducción de la erosión

El control de la erosión de los suelos es otra forma de reducir emisiones de dióxido de carbono desde los suelos. Es un hecho conocido que la erosión actúa arrastrando selectivamente las fracciones más finas (arcilla) del suelo, y también es sabido que la materia orgánica está fuertemente asociada a estas partículas más finas. Los sedimentos enriquecidos en carbono son redistribuidos dentro de la toposecuencia o terminan en corrientes de agua superficiales, en donde la materia orgánica es atacada por microorganismos resultando en liberación de CO₂. Según un estudio realizado en La Estanzuela, la erosión de suelos en sistemas agrícola-ganaderos con labranza convencional causó una emisión entre 0,05 y 0,5 t C/ha/año mayor que la observada en sistemas similares con siembra directa.

Menor uso de combustibles fósiles

La quema de combustibles fósiles en agricultura es una fuente de emisión de gases con efecto invernadero. El consumo de combustible es usualmente menor en sistemas de siembra directa que con laboreo convencional. Sin embargo, este factor no es demasiado relevante: una

reducción en el consumo de combustible del orden de 40 % representaría apenas una modesta contribución a la mitigación del cambio climático (0,03 t C /ha/año).

Siembra de pasturas

Las forrajeras perennes (gramíneas, alfalfa) producen importantes cantidades de biomasa subterránea, que tiene una tasa de descomposición relativamente baja si se la compara con la biomasa aérea. La siembra de pasturas, en especial si se hace con siembra directa, puede contribuir al secuestro de importantes cantidades de carbono. En el ensayo clásico de rotaciones de La Estanzuela, luego de 30 años de aplicación de los tratamientos, el suelo bajo una rotación de cultivos y pasturas tenía entre 15 y 20 t C/ha más que bajo agricultura continua. Ello implica una diferencia de 0,5 t C/ha/año.

Menores emisiones de metano y óxido nitroso?

La siembra directa de especies forrajeras además de inducir una importante acumulación de carbono en los suelos, también podría determinar menores niveles de emisión de metano y óxido nitroso, dos gases con potente efecto invernadero. Por su parte, los suelos bajo siembra directa, al tener menores niveles de nitratos que los suelos bajo laboreo, generarían menores emisiones de óxido nitroso por denitrificación. Se requiere profundizar en el conocimiento científico para confirmar estas hipótesis.

En resumen, la mayor contribución de los sistemas de siembra directa al combate del cambio climático radicaría en la disminución de la mineralización de la materia orgánica del suelo y, en segundo término, de la supresión de la erosión de los suelos. Estos dos factores combinados podrían generar, en un plazo de diez años y en las condiciones de Uruguay, sumideros de hasta 15 t C/ha. Asumiendo que en la región (sur de Brasil, Pampas argentinas y Uruguay) se ha adoptado la siembra directa en más de cinco millones de hectáreas desde 1990 (año base del Protocolo de Kioto), es de esperar que para el año 2010 el secuestro de carbono haya superado los 50 millones de toneladas. Esta cifra representa 1 % del total de reducciones de emisiones de gases acordadas por los países desarrollados.

Perspectivas del mercado

La venta de este servicio de secuestro de carbono podría generar ingresos de magnitud a los agricultores. Las incertidumbres acerca del desarrollo del mercado aún no permiten hacer predicciones más o menos precisas del precio de los certificados de carbono. Asumiendo que el mismo podría ubicarse en un rango entre US\$ 5 y 15 por tonelada, el valor de mercado del sumidero de carbono de la región estaría entre US\$ 250 y 750 millones.

Las recientes negociaciones del Protocolo de Kioto determinaron la no aceptación de los sumideros de carbono agrícolas en países en desarrollo para el primer período de compromiso (2008-2012). Sin embargo, es probable que Kioto no sea la única alternativa comercial, ya que los Estados Unidos, que no van a ratificar el protocolo, seguramente desarrollarán su propio mercado, de alcance internacional. El mercado de Estados Unidos probablemente acepte certificados de carbono originados en actividades agrícolas en países latinoamericanos. Más allá de las especulaciones sobre cuáles van a ser los canales comerciales, es importante que los agricultores vayan tomando conciencia de la existencia de un valor comercial por los servicios ambientales derivados de sus actividades.

MANEJO DE BARBECHO PARA CULTIVOS DE VERANO DE PRIMERA SEMBRADOS SIN LABOREO (Validación de la información experimental generada en cultivos de verano e invierno). (FPTA No 111)

Oswaldo Ernst¹⁰

Planteo del problema

El tiempo en barbecho es el período que transcurre entre la aplicación del herbicida total y la de siembra del cultivo siguiente. Haciendo una comparación con sistemas con laboreo, sería el tiempo entre laboreo primario y siembra.

Durante este período se busca entre otros objetivos, controlar las malezas, acumular nitrógeno mineral, acumular agua, descompactar el suelo y preparar la sementera.

Una vez aplicado el herbicida, existe un período de tiempo en el que el tapiz a controlar primero cambia de color, deja de crecer y muere. Cuando el suelo se prepara con laboreo, la muerte del tapiz se puede lograr muy rápido. Cuando no se laborea, este período es variable con el tipo de maleza, estadio de crecimiento en que se encuentra, condiciones climáticas, dosis, tipo de herbicida utilizado.

Durante el período de descomposición del material muerto, existe una fase de inmovilización de nitrógeno, cuya duración e intensidad depende del tipo y cantidad del material a descomponer, de la fertilidad del suelo y de las condiciones climáticas. Este período se asocia además, a condiciones limitantes para la implantación de los cultivos, tanto por la calidad de la sementera como por la posible presencia de sustancias fitotóxicas producto de la descomposición. Una vez finalizada la descomposición se genera la "cama de siembra".

Cuando no se respeta este tiempo ya sea porque la siembra se adelanta o se retrasa la aplicación del herbicida, es probable que ocurran fallas en la implantación, menor crecimiento inicial y deficiencias de nitrógeno.

Principales resultados

En 1999 se inició con la AUSID un programa de validación de los resultados obtenidos sobre el efecto del "tiempo en barbecho" en la implantación, crecimiento inicial y rendimiento de cultivos de verano "de primera". El mismo se realizó en cultivos comerciales de girasol, maíz y soja. El trabajo se realizó en dos años con condiciones climáticas contrastantes. Los resultados obtenidos en el 1er año estuvieron condicionados por la sequía establecida a entre agosto de 1999 y febrero del 2000. En estas condiciones, el tiempo de barbecho fue determinante de la cantidad de agua almacenada en el suelo, la implantación y el crecimiento posterior de los cultivos y su rendimiento en grano.

En el segundo año (zafra 2000/2001), a pesar de que las características climáticas determinaron que la humedad a la siembra y el régimen hídrico posterior no fueron limitantes, también la implantación y crecimiento inicial de los cultivos aumentó con el tiempo de barbecho.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en rendimiento en grano en los dos años.

¹⁰ Ing. Agr. Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC.

Cuadro 1. Rendimiento en grano de maíz, girasol y soja sembrado sin laboreo en respuesta al tiempo de barbecho

| Establecimiento | Año | Cultivo | Barbecho | kg/ha |
|------------------------|------------|----------------|-----------------|--------------|
| La Favorita | 1999 | Soja | Largo | 2632 |
| | | | Medio | 2500 |
| | | | Corto | 2294 |
| El Mangrullo | 1999 | Soja | Medio | 3645 |
| | | | Corto | 4416 |
| La Manera | 1999 | Maíz | Medio | 6796 |
| | | | Corto | 6331 |
| El Sarandí | 1999 | Girasol | Largo | 3853 |
| | | | Medio | 2259 |
| | | | Corto | 1896 |
| La Manera | 2000 | Maíz | Largo | 9994 |
| | | | Corto | 6901 |
| Don Majín Tanque | 2000 | Maíz | Largo | 6152 |
| | | | Corto | 5028 |
| Don Majín Calle | 2000 | Maíz | Largo | 7378 |
| | | | Corto | 5600 |
| S.Fca. Frente | 2000 | Girasol | Largo | 2555 |
| | | | Medio | 2875 |
| | | | Corto | 2354 |
| Sta. Fca. Ombú | 2000 | Girasol | Largo | 3338 |
| | | | Medio | 2777 |
| El Mangrullo 7 + 8 | 2000 | SOJA | Largo | 4754 |
| | | | Medio | 3719 |
| El Mangrullo casa | 2000 | SOJA | Largo | 3977 |
| | | | Medio | 2878 |
| | | | Corto | 2602 |
| Don Majín | 2000 | SOJA | Largo | 3862 |
| | | | Medio | 4490 |
| | | | Corto | 1794 |
| La Manera | 2000 | SOJA | Largo | 4260 |
| | | | Corto | 3695 |

Barbecho largo= más de 90 días entre aplicación de herbicida y siembra

Barbecho corto= menos de 30 días entre aplicación de herbicida y siembra

El incremento del rendimiento por manejo del tiempo de barbecho varió entre 17% y 31% en maíz, 20% en girasol, con un caso de 100% y entre 13 y 30% en soja, con un caso de 60% de incremento de rendimiento, lo que confirma los resultados experimentales obtenidos.

Consideraciones generales

En dos años climáticamente contrastantes, los resultados obtenidos coinciden con la información experimental que dio origen a este proyecto de validación. Por un lado el tiempo de barbecho es determinante de la humedad y cantidad de nitrógeno a la siembra, lo que fue más

claro y determinante en el año 1999/2000 (sequía). En años con lluvias regulares (2000/2001), la humedad a la siembra no fue diferencial entre tratamientos, pero igual se cuantificó una respuesta de la implantación y crecimiento inicial al tiempo de barbecho, que se tradujo en respuesta en rendimiento en grano.

Resultados similares fueron obtenidos a nivel experimental en años anteriores, lo que fue asociado a "otros factores no identificados", como cama de siembra, enmalezamiento, etc. Las muestras de suelo tomadas para describir la calidad de la sementera en cada situación evaluada en 2000/2001 están siendo analizadas y permitirán asociar estos resultados con el número final de plantas obtenidos.

REDUCCIÓN DE LABOREO Y SIEMBRA DIRECTA EN EL CULTIVO DE ARROZ EN LA CUENCA DE LA LAGUNA MERIN.

Resumen de trabajos experimentales y perspectivas de utilización.

Ramón Méndez¹¹, Enrique Deambrosi, Pedro Blanco, Néstor Saldain, Fernando Pérez de Vida y Mario Gaggero

En la Cuenca de la Laguna Merín, la Estación Experimental del Este recomendó hace veinte años el traslado de operaciones de mayor demanda de tracción para el verano-otoño previo a la siembra del cultivo intercalando en las mismas pasajes de niveladoras de campo y construyendo finalmente drenajes superficiales para facilitar la salida de las lluvias. Dentro de este esquema ingresó la siembra directa (SD) con la ventaja de permitir la instalación temprana del cultivo resultando de gran importancia para evitar las temperaturas frías en la etapa reproductiva del cultivo.

Si bien existieron algunos antecedentes experimentales en la década del ochenta, la SD comenzó a realizarse comercialmente antes de iniciarse trabajos de investigación y es a partir de 1992 cuando se iniciaron los estudios en forma continua. En los tres primeros años la investigación estuvo orientada a la comparación de este tipo de siembra con el convencional y a la evaluación de estrategias para el control de malezas. Así, en esta primera etapa se determinó un menor número de plantas emergidas y más estables entre años cuando se utilizó SD pero la implantación obtenida fue suficiente para obtener niveles de rendimientos aceptables en el promedio de varios ensayos. También, con SD, en un estudio combinado de dos años en Arrozal 33 con la variedad El Paso 144 se verificó que es necesario fertilizar con una mayor cantidad de N en la siembra que lo realizado en una siembra convencional y en forma conjunta con fósforo. Paralelamente se hicieron evaluaciones de eficiencias de control de malezas con mezclas de tanque de glifosato y herbicidas preemergentes en comparación con secuencias donde estos últimos fueron aplicados 7 a 10 días después de la siembra, realizándose el tratamiento con el herbicida selectivo normal. La efectividad de las mezclas fue diferente de acuerdo a los productos utilizados y a las especies presentes.

Luego, a partir de 1995 se comenzó a estudiar algunos factores que podían incidir en la instalación y desarrollo del cultivo como los riegos, el tapiz previo y el manejo del nitrógeno (N) y también trabajos de validación de prácticas.

En estudios realizados durante tres zafras agrícolas referentes a impactos del riego temprano se encontró con ésta práctica incrementos del rendimiento del orden de 400 kg/ha en un año en que se produjo déficit hídrico en el suelo en el período posterior a la siembra.

Trabajando sobre suelos con mucha historia agrícola, se encontró un efecto negativo en el arroz de la siembra de raigrás sobre los laboreos de verano. En todos los casos el manejo bajo del raigrás atenuó los efectos.

En 1996/97 se comenzó a estudiar la interacción de las épocas de retiro del pastoreo, dosis de herbicida glifosato y épocas de siembra. Los resultados obtenidos demostraron que de las variables utilizadas la dosis de glifosato fue la que ejerció mayores efectos respecto al momento del retiro del ganado y el período corte-aplicación.

El uso del glifosato y la altura de corte de la pastura son dos herramientas a usar para manejar la humedad y temperatura del suelo al momento de la siembra. En siembras tempranas en

¹¹ Programa Arroz INIA Treinta y Tres. E-mail: deambrosi@inia.org.uy

donde la temperatura del suelo puede ser limitante para la emergencia se debe arrasar la pastura para calentar el suelo y aplicar antes el glifosato.

En siembras con SD se ha observado menor desarrollo radicular y foliar por lo cual se trabajó en estudios de respuesta al fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en diferentes épocas, desde la siembra hasta la floración con dos variedades durante tres zafras. Los resultados obtenidos para la zona Este demuestran una buena correlación entre la materia seca radicular y la aérea hasta el momento del macollaje, con el rendimiento en grano final reafirmando la necesidad de una mayor cantidad de N inicial.

INIA Treinta y Tres ejecutó durante cuatro años trabajos de validación de distintos sistemas de implantación del arroz, en convenio con el Sector Privado Arrocerero en el departamento de Rocha. En los mismos se demostró la viabilidad de sembrar arroz sin realizar laboreos en la primavera, tanto en suelo seco, como en agua utilizando semilla pregerminada. En dichos trabajos se comparó la construcción de las tapias en forma anticipada a la siembra con la construcción posterior a la misma. La primera fue exitosa comparada con la alternativa de hacer las tapias luego de la siembra.

A partir de 1997/98 los cultivares más avanzados del programa de mejoramiento pasaron a evaluarse con SD o laboreo mínimo y luego de 4 años los resultados han estado más influenciados por efecto de las condiciones climáticas entre años y la diferencias en tipos de suelos que por el método de implantación.

Finalmente, la SD o el laboreo mínimo aumentará en importancia en el futuro, ya que ofrece al productor una buena alternativa de uso del suelo. Cuatro razones importantes contribuyen para ello según la zona del país: 1) la conservación del recurso suelo disminuyendo el riesgo de erosión; 2) la oportunidad de siembra en épocas más adecuadas; 3) la reducción de costos y 4) la "convivencia" del cultivo con el arroz rojo.

SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ EN SUELOS EN LA ZONA NORTE; PROBLEMAS DE PENDIENTE, TAIPAS Y SISTEMAS DE SIEMBRA Y CONSTRUCCIÓN DE TAPAS

Andrés Lavecchia¹², Julio H. Méndez¹³, Enrique Deambrosi¹⁴, Ramón Méndez¹⁴ y Claudia Marchesi¹⁵

Antecedentes

En la zafra 95/96 se comenzó con el estudio de siembra directa sobre campo natural, aprovechando la inquietud de productores de la zona. Este tipo de siembra tiene como ventaja principal la reducción en el número de tareas a realizar. Por ejemplo con tres trabajos (aplicación de herbicida, siembra y construcción de taipas) se deja instalado el cultivo, trabajando además sobre un suelo sin laboreo, que nos permite entrar a realizar las tareas en cualquier momento.

Una posibles desventajas, serían, que cuando nos enfrentamos a situaciones de porcentajes de pendiente mayores a 3 %, y trabajando con un intervalo vertical de 10 cm, el porcentaje de área ocupada por las taipas es del 84 %, lo que nos dejaría solamente un 16 % de la siembra directa realizada, ya que el resto del área sembrada tendrá que recibir por lo menos dos pasadas de taipera de base ancha, sacando la semilla de la ubicación en que la había incorporado la sembradora. Otra desventaja que tenemos que tener presente para este tipo de siembra, es el no contar con una buena nivelación del micro relieve lo que dificulta la obtención de un riego uniforme del toda el área.

Esta técnica de siembra directa sobre campo natural tiene como principal característica el no laboreo del suelo, sustituyéndolo por la aplicación de un herbicida total, esto trae como consecuencia que la dinámica de aportes de nutrientes por parte del suelo a la planta va a ser totalmente diferente cuando la comparamos con un sistema de siembra en el cual se realizó, en algún momento, el laboreo del suelo, incorporándose materia verde, removiendo raíces y materia orgánica, e incorporando un mayor volumen de oxígeno al suelo.

Sistemas de siembra y construcción de taipas

El productor se pregunta al comienzo de cada zafra cual es el resultado económico de su producción, y cuales son los factores que más inciden en sus costos. Tiene una constante preocupación por lograr disminuir los gastos y aumentar la producción con el fin de aumentar el margen de ganancia.

Surge aquí el primer problema: hasta cuanto podemos disminuir los gastos sin perjudicar el rendimiento final.

El primer paso es planificar nuestra producción, para ello deberíamos determinar un módulo de producción económicamente viable.

Este módulo puede estar definido por ejemplo: por la cantidad de tractores, excéntricas, disqueras, vibrocultivadores, hojas niveladoras, sembradoras, taiperos y cosechadoras que nos

¹² Ing. Agr. M. Sc. Programa Arroz INIA Tacuarembó

¹³ Ing. Agr. Técnico Asesor INIA Tacuarembó

¹⁴ Ing. Agr. M. Sc. Programa Arroz INIA Treinta y Tres

¹⁵ Ing. Agr. Programa Arroz INIA Tacuarembó

permitan llegar a la siembra en fecha óptima, primer objetivo fundamental para lograr altos rendimientos, segundo: tener la capacidad llegar a dar un baño rápido y homogéneo entre los 15 y 20 días después de la siembra y tercero: poder realizar la cosecha dentro de un número de días en que la variedad elegida no pierde rendimiento, o sea, no desgrane ni pierda calidad industrial. Para determinar el equipo agrícola debemos ubicarnos primero en la región (Este, Centro Norte y Norte), que por sus características climáticas diferentes que nos indicará el número de días efectivos de trabajo por mes y la fecha óptima de siembra para cada cultivar.

Luego la topografía y la historia de la chacra nos condicionará la sistematización del riego, ubicando canales, caminos y drenajes.

Queda por definir la época de laboreo, o sea, si realizamos laboreo de verano (un año previo a la siembra) o si laboreamos en invierno, esta decisión determinará el tamaño del equipo agrícola a utilizar.

Aquí debemos realizar un análisis de costos: el laboreo de invierno implica que dispondremos de una menor cantidad de días aptos para el laboreo, reducción de las horas de luz, condiciones climáticas desfavorables tanto para el operario como para la maquinaria que realiza las tareas de laboreo, estas características van a determinar el tamaño del equipo, necesitando de un mayor número de Hp por hectárea y quizás mayor inversión en implementos.

La opción del laboreo de verano, nos ubica en una situación ventajosa ya que disponemos de mayor cantidad de días aptos para el laboreo, mayor cantidad de horas de luz y condiciones climáticas más apropiadas, esto hace que tengamos una mayor eficiencia del uso de la maquinaria y del personal, por lo tanto menor inversión en equipos. Por otro lado dispondremos de la chacra 6 meses antes lo que hace necesario el pago de una renta ganadera o la planificación de una rotación arroz-pasturas que nos deje anualmente un pastoreo equivalente.

Para ayudar a tomar una decisión sobre el sistema de laboreo a utilizar haremos aquí un breve estudio de cuatro alternativas de laboreo y siembra: Laboreo de invierno para una siembra convencional (laboreos con excéntricas y disqueras, nivelación del microrelieve con hojas niveladoras y siembra con sembradora en línea estándar), laboreo de verano con siembra sobre laboreo reducido, laboreo de verano con siembra directa y siembra directa sobre campo natural.

Aquí se hace necesario realizar algunas apreciaciones técnicas sobre el uso de las hojas niveladoras teniendo en cuenta el aporte que ha tenido su incorporación en el esquema de laboreos.

Sabemos que la eliminación del microrelieve incide directamente sobre la obtención de altos rendimientos, ya que el traslado de tierra desde las partes altas hacia las lagunetas, permite entre otras cosas, realizar un trazado de taipas más recto, reducir el intervalo vertical, por lo tanto disminuir la altura de las taipas mejorando la situación del arroz nacido en el desgote y en el lomo, todo esto nos permite obtener un uso más eficiente del riego (baños con mayor rapidez en el caso de una siembras directas o de la aplicación de herbicidas).

El costo de la realización de una buena nivelación del terreno estará condicionado, como vimos anteriormente, por el tipo de laboreo elegido, o sea, laboreo de invierno o laboreo de verano.

Definida la época de laboreo, queda por definir el sistema de siembra a utilizar.

Manteniendo las alternativas antes mencionadas tenemos: siembra convencional, siembra convencional sobre laboreo de verano, siembra directa sobre laboreo de verano y siembra directa sobre campo natural.

Siembra convencional:

Problemas: como vimos el laboreo se realiza en períodos en donde las condiciones climáticas no son favorables, si no tenemos un buen equipo corremos el riesgo de atrasarnos en la época de siembra, por lo tanto debemos realizar una mayor inversión en equipos.

Siembra convencional sobre laboreo de verano:

Problemas: para realizar el laboreo de verano necesitamos tener disponible la chacra 6 meses antes lo que implica el pago de por lo menos el valor de una renta ganadera. Si pensamos llegar a la siembra con solamente la realización de un laboreo reducido (una disquera y vibro previo a la siembra), no habría tanto riesgo de atraso en la fecha de siembra.

Siembra directa sobre laboreo de verano:

Problemas: como en el caso anterior se debe disponer del pago de una renta ganadera por la entrega de la chacra por anticipado, se hace necesario disponer de la compra de una sembradora de siembra directa y una atomizadora de tractor para la aplicación del herbicida total. Debemos considerar una posible disminución del rendimiento por dificultades en la emergencia (suelo compactado, exceso de humedad o necesidad de un riego para la emergencia), tendremos un aumento en el gasto de semilla, mayor dosis de urea, y un posible aumento en el consumo de agua debido a dificultades en la construcción de la taipa.

Siembra directa sobre campo natural:

Problemas: como en el caso anterior debemos pensar en la compra de una sembradora de siembra directa y la atomizadora de tractor, también debemos pensar en una posible reducción de los rendimientos potenciales no solo por las dificultades en la emergencia, sino también pensando en los perjuicios que causa un riego desuniforme, aumento en la densidad de siembra, de la dosis de nitrógeno y un mayor consumo del agua por problemas en la construcción de taipas y teniendo presente la realización de posibles riegos estratégicos.

En la medida en que se ha producido un aumento del área de siembra de laderas, el otro tema que ha tomado importancia relevante en la obtención de altos rendimientos, es el alto porcentaje de área ocupada por la taipa de base ancha en el total del área cultivada y su influencia en el rendimiento y calidad industrial del producto obtenido.

Son varias las alternativas que se manejan en la forma y momento de construcción de la taipa:

Taipa construida inmediatamente después de la siembra. En siembra convencional, en el momento de la construcción de la taipa, los discos trasladan tierra desde los desgotes hacia el centro, arrastrando y concentrando semilla y fertilizante en el lomo dejando los dos surcos sin la capa de suelo más fértil, sin semilla ni fertilizante.

En función de la pendiente y del grado de afinamiento de la sementera, se realizarán: una, dos o tres pasadas de taipero y en la medida que necesitemos realizar mayor número de pasadas aumentará la concentración de semilla y fertilizante en el lomo de la taipa. Esto determina que deba pensar en la resiembra de la taipas.

En situaciones donde el área ocupada por la taipa está cerca de la mitad del área sembrada, el movimiento de suelo realizado para la construcción de la taipa, se traduce en un laboreo de casi el 50% del área sembrada, en otras palabras destruimos el trabajo de la sembradora en un 50% del área.

Por otro lado, como se comentó anteriormente, los discos del taipero trasladan junto con el suelo la semilla y el fertilizante, dejando estas semillas a diferentes profundidades en el lomo de la taipa. Esto se traduce en un atrasando en la emergencia de las plantas ubicadas en el lomo de la taipa. Este atraso en la emergencia produce una diferencia entre los ciclos de las plantas que se desarrollan en el cuadro y las que se desarrollan en el lomo, que se ve agravado por el exceso de fertilizante que quedó en el lomo. Cuando llegamos a la época de cosecha nos encontramos con que el arroz del cuadro esta pronto para cosechar, pero el arroz de la taipa esta verde, debemos entonces esperar a que se apronte el arroz de la taipa para comenzar la cosecha, con este manejo se pierde rendimiento por desgrane y calidad en por lo menos la mitad del área sembrada.

En la siembra directa sobre laboreo de verano o campo natural, nos enfrentamos a las mismas dificultades, pero agravado por el problema que implica la construcción de la taipa sobre un suelo compactado.

Taipa anticipada, construida inmediatamente después del laboreo de verano, o sobre el laboreo convencional, realizándose la siembra por encima de la misma. Este sistema tiene el inconveniente de que la siembra es más lenta, pero tiene la ventaja de permitir economizar semilla (no es necesaria la resiembra de taipa), logrando una siembra y fertilización homogénea entre el cuadro y la taipa, evitando la concentración de semilla y fertilizante en el lomo de la misma. Por otro lado se resuelve con mayor facilidad el problema de la falta de suelo fértil y fertilizante en el desgote, lográndose que se produzca una maduración mas pareja entre cuadro, desgote y lomo de taipa. Este manejo permitiría obtener un mayor rendimiento y mejor calidad industrial.

SIEMBRA DIRECTA DE VERDEOS DE INVIERNO EN ZONAS GANADERAS, EVOLUCIÓN DEL COMPONENTE TAPIZ NATURAL Y DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO.

E. Pérez Gomar¹⁶, F. García¹⁷, C. Marchesi¹⁸, E. Berretta¹⁹.

En 1990 se comenzó a trabajar en Siembra Directa de verdeos invernales en la Región de influencia de INIA Tacuarembó en Luvisoles Arenosos. La susceptibilidad de degradarse y erosionarse que presentan estos suelos con laboreo convencional, (Pérez Gomar y Bemhaja, 1992) justificaba la iniciación de la investigación en Siembra Directa.

El enfoque de los primeros trabajos consideraba la necesidad de aumentar la producción forrajera invernal en tapices de producción estival. Los principales aspectos considerados para comenzar la investigación fueron: a) el control de la vegetación existente como forma de reducir la competencia del tapiz con las plantas que se instalan y b) asegurar el suministro de nitrógeno a los verdeos invernales, teniendo en cuenta que no se contaba con el aporte de nitrógeno por parte del suelo vía mineralización como era producido con laboreo convencional. Por estas dos razones se comenzó a trabajar con diferentes dosis y tipos de herbicidas, en interacción con la respuesta a la fertilización nitrogenada.

En 1994 se instalaron ensayos regionales en diferentes tipos de suelos, con similar orientación a la que se llevaba en suelos arenosos. Así fueron considerados Vertisoles y Brunosoles de la Unidad Paso Cohelo sobre sedimentos de la Formación Yaguarí (Ansina), Brunosoles sobre cristalino de la Unidad Sierra Polanco (Minas de Corrales), Brunosoles de la Unidad Chapicuy (El Eucalito) y Brunosoles sobre basalto de la Unidad Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros (Peralta).

Finalmente, en el último período se trabajó en la cuantificación del impacto ambiental provocado por la tecnología de SD, estudiando las modificaciones en la composición botánica de la vegetación y de las propiedades del suelo.

Resultados en producción forrajera.

Los resultados fueron coincidentes en todos los suelos estudiados, señalando que la implantación y producción de los verdeos anuales estaba íntimamente relacionada con el grado de control de la vegetación existente (Pérez Gomar et al, 1996). El uso de herbicidas para minimizar la competencia que ejerce el tapiz natural sobre las especies introducidas, aumentaba su efectividad cuando eran utilizados herbicidas sistémicos en comparación con los de contacto y cuando la dosis utilizada era aumentada.

Con relación a la fertilización nitrogenada, en todos los tratamientos de control de vegetación hubo respuesta al agregado de nitrógeno hasta aproximadamente 200 kg/ha, sin embargo los potenciales alcanzados en los diferentes controles de vegetación fueron diferentes, siendo mayor cuando el tratamiento de control de la vegetación era con herbicida sistémico (Glifosato), intermedio con herbicida de contacto (Paraquat) y menor en la situación sin herbicida.

¹⁶ Ing.Agr. (M.Sc). Técnico de Programa Nacional de Plantas Forrajeras, Manejo de Suelos INIA Tbó.

¹⁷ Ing.Agr. (M.Sc.PhD). Profesor de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía.

¹⁸ Ing.Agr.Técnico Arroz Manejo de Suelos INIA Tacuarembó.

¹⁹ Ing.Agr.(Dr. Ing). Técnico de Programa Nacional de Plantas Forrajeras. INIA Tacuarembó.

Resultados en impacto ambiental.

La evolución de las características estudiadas presentadas a continuación fueron analizadas en Luvisoles arenosos. (Pérez Gomar, 1998).

- a) Evolución de la composición botánica. El uso de herbicidas sistémicos en dos años consecutivos de aplicación redujo en un 50 % el número de especies en relación al número de especies presentes en el tratamiento sin aplicación de herbicida. (Beretta et al, 1997). La reducción fue proporcional al nivel de control ejercido por los herbicidas. En aquellos tratamientos en los que no se utilizó herbicida, el 100 % de las especies eran perennes, observándose una sustitución progresiva de especies perennes por anuales en función de la agresividad de los tratamientos de herbicida. (50% de perennes y 50 % de anuales con 4 l/ha de Glifosato). Considerando el tipo vegetativo, aquellas especies de hábito cespitoso (*Andropogon lateralis*) fueron controlados por los herbicidas, mientras que las estoloníferas (*Paspalum notatum*) fueron favorecidas por aplicación de Paraquat. Esto puede ser explicado por el control de los herbicidas de las plantas de mayor porte, dando oportunidad a aquellas plantas de menor porte a incrementar su proporción.
- b) Evolución de la biomasa radicular. Los cambios significativos fueron observados en los primeros 5 cm de profundidad. Los valores mayores fueron encontrados en aquellos tratamientos sin aplicación de herbicida, mientras que los más bajos de biomasa radicular fueron encontrados en donde se aplicó 4 l/ha de Glifosato. Esto estaría de acuerdo con los efectos provocados por los tratamientos sobre la parte aérea de la vegetación.
- c) Evolución del carbono orgánico. Fueron observados similares resultados a los discutidos previamente con relación a la biomasa radicular. En los primeros 5 cm de suelo se verifican las diferencias significativas entre la aplicación o no de herbicida. La reducción en carbono orgánico fue de 13 % al cabo de 4 años de aplicación de glifosato en la mayor dosis. Estos resultados, a pesar de ser importantes, distan de los efectos de intensa oxidación del Carbono orgánico provocados por el laboreo convencional.
- d) Aluminio Intercambiable y pH. Las diferencias significativas también aparecieron en los primeros 5 cm de profundidad. Los tratamientos sin aplicación de herbicidas, mostraban menores contenidos de Al intercambiable. Estos resultados están asociados a que ciertos componentes de la materia orgánica forman complejos con el Al. Los comentarios realizados para Al, son compatibles con los resultados encontrados en pH. También las diferencias significativas son encontradas en los primeros 5 cm de profundidad. Los resultados de pH mayores corresponden a los tratamientos sin herbicidas.

Consideraciones finales

El objetivo de incrementar la producción forrajera con Siembra Directa fue alcanzado, y en función de las diferentes formas de realizarlo, se obtuvieron diferentes niveles de producción e impactos ambientales.

La sostenibilidad de los sistemas de producción dependerá del contenido de Carbono Orgánico en el suelo en su nuevo equilibrio.

TECNOLOGÍA DE ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE MEJORAMIENTOS DE CAMPO SIN LABOREO

D. F. Risso¹

La producción ganadera en el país se ha caracterizado por desarrollarse sobre campo natural como base forrajera fundamental. Esta vegetación, dominada por gramíneas de ciclo estival (C4), está adaptada a sobrevivir más que a producir. Su rendimiento promedio anual varía por región y entre años, siendo el invierno la estación crítica común.

Corregir el bajo nivel natural de fósforo (P) e incorporar leguminosas productivas a los distintos tapices, es una alternativa de cambio de dicha situación; los primeros trabajos sistemáticos en el tema correspondieron a Medero *et al.* (1950) y fueron ampliados posteriormente (Allegri y Formoso, 1978; Mas, 19789; Risso y Scavino, 1978). Información desarrollada desde entonces, demuestra que se promueven cambios favorables en la composición de la vegetación y su rendimiento de forraje (60 a 120% de incremento respecto al campo), así como en su oferta invernal y valor nutritivo. (Risso y Morón, 1990; Berretta y Levratto, 1990; Bernhaja y Berretta, 1991; Carámbula *et al.*, 1994).

En esta tecnología, es relevante el acondicionamiento de la vegetación a mejorar previo a la siembra, para disminuir temporariamente la capacidad de competencia de sus componentes, así como para facilitar el contacto semilla - suelo. Defoliaciones sucesivas con un forraje remanente de 2 - 3 cm de altura y una disminución de aproximadamente 40% de la cubierta vegetal, o el empleo de herbicidas, mejoran entre el 50 y 75% el establecimiento de las leguminosas en diversos tipos de suelo (Risso, 1991; Olmos, 1991; Berretta y Formoso, 1993; Carámbula *et al.*, 1994).

Para la siembra de leguminosas adaptadas en el tapiz, se pueden emplear distintos métodos. La información es coincidente en demostrar que cuando se ha realizado un adecuado acondicionamiento del tapiz y con un razonable nivel de humedad en el suelo, no existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre la siembra al voleo en cobertura, o luego de remoción con rastra destrabada, en líneas con máquina para siembra directa, o en surcos por empleo de la sembradora a zapatas (Risso y Morón, 1990; Bernhaja, 1996). La cobertura resulta entonces, un método sencillo, económico y eficaz.

En condiciones de vegetación densa o sin acondicionamiento previo y frente a déficits hídricos, la implantación y desarrollo inicial de la leguminosa, es superior ($P < 0.1$) en la siembra con zapatas respecto a la cobertura (Risso y Berretta, 1996). En general, cuando se logra establecer la leguminosa, las diferencias entre métodos desaparecen en el correr del segundo año.

En suelos medios sobre Basalto, con diferentes tratamientos de control de la vegetación presiembra, el establecimiento y producción de una mezcla de *T. repens* cv Zapicán y *L. corniculatus* cv San Gabriel por siembra directa ; en cobertura, resultaron similares (Risso y Berretta, citados por Berretta *et al.*, 2001).

En este mismo tipo de suelos, la implantación y rendimiento de primer año de *L. subbiflorus* cv El Rincón (de semilla pequeña y lento desarrollo inicial) sembrado en cobertura, resultó superior luego de la aplicación de 2 l/ha de Gramoxone o Glifosato, respecto al testigo defoliado (Risso *et al.*, 1998).

¹ Ing. Agr. M. Sc. Jefe del Programa Nacional de Plantas Forrajeras, INIA Tacuarembó

Diversos trabajos en distintas regiones, destacan las principales leguminosas a emplear, así como el impacto de la política de fertilización fosfatada y de un adecuado manejo del pastoreo, sobre la productividad y persistencia de estos mejoramientos que promedialmente supera los 5 años (Ayala *et al.*, 2001; Berretta *et al.*, 2001; Risso *et al.*, 2001; Bemhaja, 2001; Olmos, 2001). La información presentada por los tres primeros autores demuestra, además, el alto nivel (superior a 300 kg/ha/año) de producto animal (carne vacuna y ovina, lana) que es posible alcanzar de manera sostenible, con esta tecnología de bajo costo y uso acotado de insumos.

La adecuada integración en proporciones variables de mejoramientos de campo a los sistemas predominantes de las distintas zonas ganaderas y su utilización estratégica con categorías eficientes, resulta en una sensible mejora del Ingreso Neto de tales predios (Ferreira y Pittaluga, 2001).

Diversos trabajos en distintas regiones, destacan las principales leguminosas a emplear, así como el impacto de la política de fertilización fosfatada y de un adecuado manejo del pastoreo, sobre la productividad y persistencia de estos mejoramientos que promedialmente supera los 5 años (Ayala *et al.*, 2001; Berretta *et al.*, 2001; Risso *et al.*, 2001; Bemhaja, 2001; Olmos, 2001). La información presentada por los tres primeros autores demuestra, además, el alto nivel (superior a 300 kg/ha/año) de producto animal (carne vacuna y ovina, lana) que es posible alcanzar de manera sostenible, con esta tecnología de bajo costo y uso acotado de insumos.

La adecuada integración en proporciones variables, de mejoramientos de campo a los sistemas predominantes de las distintas zonas ganaderas, resulta en una sensible mejora del Ingreso Neto de éstos (Ferreira y Pittaluga, 2001).

INCLUSION DE GRAMINEAS SIN LABOREO EN CAMPOS MEJORADOS

R. Bermúdez¹ y W. Ayala²

Las pasturas del país muestran una predominancia marcada de gramíneas estivales (C4), adaptadas a prosperar en ambientes de reducida fertilidad, lo cual produce limitaciones en la oferta de forraje de calidad. Existe una frecuencia reducida de gramíneas invernales (C3), capaces de capitalizar la mejora en fertilidad producida por los mejoramientos de campo en base a leguminosas. *Vulpia*, *Gaudinia*, *Lolium* y *Poa* son las primeras especies invernales en aprovechar dicha mejora, a través de un proceso lento y gradual (Ayala et al., 1996; Berreta et al., 1998).

Sin duda para acelerar este proceso, la inclusión de gramíneas invernales resulta una alternativa efectiva para lograr pasturas de mayor estabilidad productiva (Risso et al., 1996), de alto valor nutritivo, capaces de cubrir mejor los déficit de forraje invernal (Cianelli y Otonello, 1998), y a su vez que permitan una reducción en los potenciales riesgos de meteorismo a través de una mejora en el balance leguminosa-gramínea.

La incorporación puede realizarse de forma *simultánea* con la leguminosa o *desfasada* en una segunda etapa luego de varios años de siembra la misma (Carámbula y Terra, 2000). El establecimiento de las gramíneas se puede ver afectado en el primer caso por la baja disponibilidad natural de nitrógeno de los suelos. Cuando la inclusión se realiza desfasada, la excesiva competencia producida por mejoramientos vigorosos puede afectar la implantación de gramíneas de lento vigor inicial.

La reducción de la competencia del tapiz existente resulta fundamental a los efectos de lograr una adecuada implantación, vía pastoreo, aplicación de herbicidas o remoción mecánica superficial. La aplicación de herbicidas de contacto (Paraquat) o hormonales (Glifosato, Sulfosato) duplicó el área cubierta a los 90 días post-siembra por diferentes gramíneas sobre el testigo sin herbicida (Cianelli y Otonello, 1998). La remoción entre 30-40% del tapiz por medios mecánicos (disquera) incrementó la producción total acumulada de forraje de 2 años en 52% sobre el testigo arrasado, aunque su efecto fue un 70% menor al logrado por la aplicación de Paraquat (Bermúdez et al., 1996). La aplicación de herbicidas produce un efecto perjudicial sobre las leguminosas establecidas, siendo más perjudicado el trébol blanco respecto al lotus, y los herbicidas hormonales resultan más nocivos que los de contacto.

La producción de forraje de diferentes gramíneas sembradas con máquinas de disco fue en promedio un 13% superior sobre la siembra al voleo, mientras que con el uso de máquinas de zapatas la producción se incrementó en un 146%. La aplicación de herbicidas resultó más significativa cuando la siembra se realizó con sembradoras de disco (271%), en comparación con la sembradora de zapatas (68%). Estos resultados muestran la necesidad de realizar una adecuada reducción de la competencia vía aplicación de herbicida en el caso de máquinas que realizan una mínima remoción del tapiz, ya que los porcentajes de suelo desnudo sólo alcanzan un 4% en comparación con el uso de una máquina de zapatas donde se logran valores de 16% de suelo desnudo al momento de la siembra (Cianelli y Otonello, 1998).

¹ Ing. Agr. M. Phil. Programa Nacional Plantas Forrajeras, INIA Treinta y Tres.
E-mail: bermudez@inia.org.uy

² Ing. Agr. Ph. D. Programa Nacional Plantas Forrajeras, INIA Treinta y Tres.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados produce una mejora en la implantación y producción de las gramíneas introducidas, aún en aquellos casos donde la fertilidad haya sido incrementada previamente por la fijación simbiótica del nitrógeno. Así, para el caso de un mejoramiento de tercer año en base a trébol blanco-lotus se encontró un incremento de un 14% en la producción total de forraje acumulada de 2 años por la aplicación de 35 kg/ha de Nitrógeno a la siembra.

Dentro de las especies evaluadas, *Lolium multiflorum*, *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata* resultan las más promisorias (Bermúdez et al., 1996). *Lolium multiflorum* es la especie que realiza el mayor aporte en el primer año, mientras que en los años subsiguientes el mismo es igualado o superado tanto por *Holcus lanatus* como *Dactylis glomerata*. *Festuca arundinacea* y *Bromus auleticus* son especies de muy lento vigor inicial, por lo que su aporte comienza a visualizarse como importante luego del tercer año de establecidas (Bermúdez et al., 1996). La contribución otoño-invernal de un mejoramiento puede ser sustancialmente mejorada a través de la inclusión de gramíneas invernales, como lo muestra la inclusión de *Holcus lanatus* que incrementó un 18% el aporte en un promedio de tres años (Risso y Berreta, 1996).

En general, la tecnología disponible muestra que la inclusión de gramíneas en mejoramientos de campo permite lograr una producción de forraje más eficiente capitalizando la mejora en fertilidad lograda por la incorporación de la leguminosa al sistema, siendo esta oferta más balanceada y de mejor calidad a lo largo del año. Sin embargo, ciertos aspectos demandan una mayor profundización en los conocimientos. En particular, la búsqueda de soluciones que fortalezcan en mayor medida el aporte forrajero otoño-invernal en los mejoramientos de campo, así como las gramíneas acompañantes para leguminosas ampliamente usadas en el área de ganadería extensiva como *Lotus subbiflorus* o en proceso de franca expansión como *Lotus pedunculatus* deben ser priorizadas de futuro.

NIVEL DE ADOPCIÓN Y SITUACIÓN DE LA SIEMBRA DIRECTA EN ESTABLECIMIENTOS DE PRODUCCIÓN LECHERA

*Oswaldo Ernst*²⁰

El objetivo de este trabajo fue obtener información cuantificada sobre el grado y forma de adopción de la siembra directa en el sector productivo lechero. Consistió en una encuesta a 249 productores remitentes de leche que constan en la base de datos de CONAPROLE. La muestra fue calculada considerando 4 estratos de productores definidos por su remisión diaria de leche más productores ubicados en Rivera. La encuesta consistió en un formulario base con 20 preguntas.

Los resultados permitieron establecer las siguientes conclusiones:

1. El proceso de adopción de la SD en la lechería se inició a fines de la década de los 80, tuvo una fase de adopción lenta hasta 1995 y mostró su máximo crecimiento entre 1996 y 1997.
2. La superficie promedio lechera inferida para la población objetivo (2796 productores lecheros) es de 175 ha, los que ocupan 491000 ha totales.
3. La superficie lechera de los productores que hacen SD (609) es significativamente superior a la de los que no hacen SD (274 ha contra 144 ha respectivamente).
4. No se detectó diferencia en la producción de leche/ha/año entre los productores que adoptaron la SD y los que aún no lo han hecho.
5. Aproximadamente el 25% de los productores lecheros utiliza SD en algún cultivo, 15% de los cuales (entre 8,8 y 22,5%) realiza SD sistemática. Esto implica que 691 productores de leche están utilizando la SD en sus predios y que 109 ya no laborean para realizar sus cultivos forrajeros anuales y praderas.
6. Todos los productores consideran importante para tener éxito con la SD, un correcto control de malezas y ajuste de la fertilización, pero menos del 30% de ellos consideran que esto sea un problema, por lo que entienden que disponen de las herramientas necesarias.
7. El control de malezas, el tiempo de barbecho y el ajuste de la fertilización son variables de manejo que todos recomiendan considerar, en especial, a otros productores que se inicien el sistema. A esto se suma, con variaciones según tamaño de predio, tiempo y forma de uso del sistema, la fecha de siembra, cobertura y nivelación del suelo y con menor acuerdo, control del pisoteo durante el pastoreo.
8. Los productores que hacen SD no encuentran problemas en la producción de materia seca ni en la persistencia de las pasturas. Sin embargo, junto con el riesgo de producción, son mencionadas como razones importantes para no adoptar la SD por aquellos productores que aun no lo han hecho.
9. El 82% los productores que no realizan SD en forma sistemática, manifestaron que la compactación del suelo asociada al manejo anterior del mismo es la razón más importante para mantener el laboreo. Solo el 6% consideran que esta variable no es importante. En tanto, la disponibilidad de maquinaria apropiada para la siembra sin laboreo no aparece como una condicionante fuerte para adoptar la SD sistemática.
10. El 77% y 80% de los productores que no realizan SD sistemática laborean en forma ocasional como consecuencia de la huella producida por el pastoreo directo y la necesidad de nivelar la superficie respectivamente.
11. La falta de maquinaria apropiada es la principal limitante para iniciar la adopción de la SD en aquellos productores que aún no lo han hecho.

²⁰ Ing. Agr. Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC.

12. Son escasos los productores que hicieron alguna vez SD y la abandonaron (10%). Las fallas en la implantación y falta de maquinaria aparecen como las razones principales para no continuar con la adopción.
13. Los productores que hacen SD sistemática utilizan gramíneas perennes y alfalfa en las mezclas forrajeras, en mayor porcentaje que aquellos que realizan siembra directa ocasional.
14. Mas del 90% de los productores que hacen SD siembran verdes de invierno puros sin laboreo. Esto ocurre en el 43% de los productores con Sorgo Forrajero y solo el 19% con maíz para silo. Dentro de los productores que siembran sin laboreo un determinado cultivo, más del 50% lo hacen en toda el área. Esta proporción es mayor en maíz para silo (70%) que en sorgo forrajero (58%) y verdes de invierno (50%).
15. Menor proporción de los productores que hacen SD sistemática utilizan maíz para silo (58% con SD sistemática contra 88% en SD ocasional). Lo contrario sucede con moha la que es sembrada por el 21% de los productores que hacen SD sistemática y solo el 4% de los que hacen SD ocasional.

SISTEMA LECHERO INTENSIVO: ALTA PRODUCCIÓN POR VACA Y POR HA CON SIEMBRA DIRECTA

Henry Durán¹

El avance del conocimiento sobre el uso de la Siembra Directa (SD) en sistemas agrícolas cerealeros intensivos y sus ventajas comprobadas en relación a la conservación y propiedades del Suelo, reducción de tiempo de uso y potencia requerida de la maquinaria, con la consiguiente simplificación de tareas y reducción de costos, ha resultado muy atractivo para los sistemas pastoriles intensivos, basados en agricultura forrajera, como la lechería uruguaya.

En este contexto y habiendo finalizado en marzo de 1998, la etapa de evaluación del sistema lechero 2 de alta producción de leche por vaca y por ha, planteado en base a una rotación intensiva de agricultura forrajera convencional, se decidió implementar, a partir de ese año, un sistema lechero intensivo, en base a un esquema de producción de forraje basado en los avances del conocimiento y experiencias prácticas disponibles respecto a la implantación de pasturas y cultivos forrajeros con SD, con el objetivo de crear un ámbito a escala comercial con las ventajas del control que da una Estación Experimental, para generar mas información que permita confirmar ventajas, superar limitaciones, facilitar el intercambio de ideas entre técnicos y productores y actuar como área demostrativa.

En este planteo ha sido fundamental considerar las diferencias sustanciales de los sistemas cerealeros para los que se ha desarrollado el conocimiento actual en SD y los sistemas pastoriles a los que se busca adaptar, que implican al menos los siguientes items. En los agrícolas: 1) una distribución muy distinta de la biomasa producida y extraída, que implica proporcionalmente una menor masa radicular y mayores residuos superficiales de muy baja calidad, 2) Mayor "exportación" de nutrientes y 3) ausencia del "efecto animal". En los pastoriles 1) mayor proporción de biomasa subterránea, 2) residuos superficiales bastante menores y de alta calidad, 3) menor "exportación" de nutrientes" y 4) presencia del "efecto animal" con reciclaje de nutrientes al suelo e importante efecto de pisoteo, tanto sobre la compactación como sobre el microrelieve.

Los sistemas lecheros se caracterizan precisamente por una a alta carga animal estable durante todo el año, con altos requerimientos nutricionales lo que causa una gran presión por producir y anticipar todo lo posible la oferta de pasturas de alta calidad y además por usar todo el forraje disponible sobre el suelo. Este último aspecto se ve favorecido en los sistemas lecheros mas intensivos, por el uso de reservas forrajeras y concentrados en gran parte del año, que implican un uso planificadamente restringido del forraje verde que puede ser consumido a raz del suelo sin afectar el rendimiento individual pero favoreciendo un mayor rendimiento por ha.

Considerando todos estos elementos se realizó un estudio teórico de diferentes combinaciones de estrategias de producción y uso de pasturas y forrajes conservados con diferentes cargas animales y distintas alternativas de suplementación que permitieran compatibilizar una alta producción de leche por vaca y por ha, con los requerimientos aceptados para viabilizar la instalación de los cultivos forrajeros y praderas con SD.

Se identificó una alternativa forrajera basada en la combinación de una rotación corta de 3 años (9 ha): 1er año Trigo (TGO) asociado a T. Rojo (TR) y Raigrás (RGS), 2do año: TR y RGS, 3er año: TR y RGS/Maíz ensilaje (MZE) que ocupa 20 % del área total, y otra rotación

¹ Ing. Agr. M. Sc., Supervisor Area Producción Animal, INIA. E-mail: hduan@inia.org.uy

Pradera, 2do Pradera, 3er Pradera, 4to Cultivo de Invierno (CI) seguido de MZE, 5to CI seguido de Sorgo Forrajero (SGOF). Además se dispone de un 13 % Campo Natural (6 ha).

En la rotación corta se ensila el maíz (9000 kg MS/ha) y en la larga el maíz y el trigo asociado a pradera (6000 kg/MS/ha). En la rotación larga la instalación de la pradera se realiza sobre el rastrojo del Sorgo Forrajero pastoreado hasta marzo, y tanto el sorgo como el maíz se instalan sobre un cultivo de invierno "quemado" con glifosato en la segunda quincena de agosto.

Se estableció una meta de 6 semanas de barbecho químico con una disponibilidad de forraje pre aplicación del herbicida de hasta a 1000 kg de MS/ha para los verdes de invierno y de hasta 1500 kg para las praderas (fin del verano). En los cultivos de verano se aplican insecticidas sistémicos en la semilla y en todos los casos se distribuye sebo tóxico para hormigas. La fertilización se ajusta en función del análisis de P y N según recomendación estandar. Para maíz se utiliza una sembradora SPLC modelo 708 y para los demás cultivos una John Deer Modelo 750. Las praderas asociadas se siembran con dos pasadas transversales. Se ha planteado realizar las siembras priorizando la existencia de condiciones óptimas de humedad.

Esta rotación con una carga de 1.4 vacas holando por ha, mas el uso de 1700 kg de ración por ha, permitiría mantener una producción estimada de leche por vaca y por ha de 6859 y 9602 l, similar a la alcanzada con laboreo convencional en Sistema II ya evaluado en INIA La Estanzuela. Se estimó un costo por litro de leche de U\$S 0.102, valor 5 % inferior al del Sistema II.

En el año 1999 y debido a la prolongada sequía la instalación de los maíces fue pobre y se pastorearon, debiéndose comprar el ensilaje. El sorgo forrajero tuvo un bajo rendimiento por la misma causa. Las siembra del 2000 no tuvieron inconvenientes, aunque las de otoño se atrasaron por la persistencia de la sequía hasta abril. Los cultivos de verano se instalaron normalmente. El maíz presentó 85000 pl/ha y un rendimiento estimado de 11.07 tt de MS/ha puesta en el silo. El sorgo permitió realizar tres pastoreos con un total de 378 vacas días/ha, equivalentes a unos 9100 kg de MS/ha (50 % utilización). Ambos valores son superiores a los planificados.

En promedio de ambos años se obtuvieron 6415 lt/lactancia y 8981 lt/ha, resultando un 6.5 % menos de lo planificado y atribuible a la sequía del 99/00. Hasta el presente, con el tercer año en curso, no se han presentado situaciones inesperadas ni inconvenientes atribuibles al uso sistemático de siembra directa tanto en las praderas como en los cultivos, confirmandose las ventajas conocidas de esta práctica.

EVOLUCIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE SUELOS EN SISTEMAS FORRAJEROS CON SD

José A. Terra²¹ y Fernando García Préchac²²

Los suelos de las Lomadas del Este presentan limitantes en cuanto al riesgo de erosión y degradación, riesgo de sequía y drenaje, que los ubican entre las Clases III y IV de Capacidad de Uso del USDA. Considerando que su capacidad productiva es más ganadera que agrícola, en 1995 se comenzaron dos proyectos conjuntos con financiación del PRENADER, de mediana y larga duración, sobre los Argisoles y Planosoles (Argiudoles típicos y álbicos) de la Unidad Alférez del Mapa de Suelos 1M, en la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA-Treinta y Tres. La situación de comienzo era un campo natural regenerado luego de algunos cultivos de soja hacía más de 10 años, seguidos de una pradera con Trébol Blanco, Lotus y Raigrás que se perdió y se engramilló.

Los objetivos de estos trabajos fueron: 1) comparar diferentes intensidades de uso del suelo en cuanto a proporciones de cultivos forrajeros (ocasionalmente cosechados para grano) y pasturas en la rotación, en términos de sus efectos sobre las propiedades del suelo (la calidad del suelo) y de su productividad física y económica; 2) probar la hipótesis de que la reducción del laboreo, en particular la siembra directa (SD), es un elemento central en la sustentabilidad de nuevos sistemas de producción más intensivos en estos suelos; y 3) solucionar problemas asociados a la utilización de la tecnología de SD.

Las intensidades de uso del suelo consideradas son: Mejoramiento permanente de pasturas (MP), Rotación corta (RC) de dos años de cultivos forrajeros y dos años de pasturas, Rotación larga (RL) de dos años de cultivos forrajeros y cuatro años de pasturas y Doble cultivo anual continuo (CC). Los distintos componentes anuales de las cuatro intensidades de uso comparadas se dispusieron al azar en unidades experimentales de 6 ha, sin repeticiones sincrónicas, conformando un total de 72 ha de área experimental; para la realización de análisis de varianza para estos 4 tratamientos se consideran los años como repeticiones. Los ensayos analíticos de mediana y corta duración, destinados a alcanzar los objetivos 2 y 3, se ubicaron dentro de las unidades experimentales del ensayo de larga duración sobre intensidad de uso del suelo.

En cuanto a la sustentabilidad física de la calidad del suelo, los resultados muestran que el ritmo de erosión en rotaciones de cultivos y pasturas con SD fue similar al del campo natural, mientras que las mismas rotaciones con laboreo intensivo (LI) sufrieron casi 3 veces más erosión. En las rotaciones con SD el contenido de materia orgánica o carbono orgánico del suelo no solamente no baja, sino que en 5 años pasó a ser algo superior al de MP, que es muy semejante al del campo natural. Si se realiza CC con SD, ocurre una pérdida de materia orgánica que tiende a equilibrarse en pocos años (7,5% desde 1995 a 1999); en cambio, con LI, si bien a ritmo decreciente, la pérdida continúa a lo largo del tiempo, llegando a ser de 24% en igual período. La utilización de laboreo reducido (LR) determinó un nivel de pérdida de materia orgánica intermedio (12%). La materia orgánica en el suelo responde al balance entre pérdidas y ganancias. Que ocurra una disminución de materia orgánica en CC con SD para uso forrajero responde a la alta utilización de la biomasa producida con la consecuente reducción de aporte al suelo; quizás en CC con SD pero con utilización para grano de los cultivos, el resultado sea de equilibrio o inclusive de ganancia de materia orgánica. Estos resultados

²¹ Ing. Agr., INIA-Treinta y Tres, en programa de Doctorado en la Univ. de Alabama.

²² Ing. Agr. (M.Sci.,Ph.D.), Prof. de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, Fac. de Agronomía-UDELAR. E-mail: fgarcia@fagro.edu.uy

indican que del punto de vista de la sustentabilidad de la calidad del suelo, en sistemas de producción con pastoreo directo, aún con SD, también es necesaria la rotación de los cultivos con las pasturas. La materia orgánica en SD se concentra principalmente en los primeros centímetros del suelo, por debajo de la cobertura de residuos; la disponibilidad de P y un leve incremento de acidez se correlacionan con la distribución en profundidad de la materia orgánica; ninguno de estos hechos ha mostrado ser un problema. La disponibilidad de N-NO₃ resultó mucho más afectada por la variación climática que por las diferentes intensidades de laboreo utilizadas en los ensayos. Al comienzo del ciclo de cultivos de las rotaciones, sobre praderas o campos naturales, la no diferencia entre SD y laboreo es logable solamente si se realiza un barbecho químico de suficiente duración (unos dos meses); si no se hace barbecho químico la disponibilidad de N con SD es inferior que con la realización de laboreo. Pero debe destacarse que el uso continuado de LI, al reducir el stock de materia orgánica del suelo, determina que la realización de laboreo no produzca importantes cantidades de N-NO₃; mientras que con SD tiende a ocurrir lo contrario al pasar el tiempo. La Densidad aparente se correlacionó negativamente con la cantidad de materia orgánica del suelo, lo que indica que el mayor contenido de materia orgánica afectó positivamente la estructura del suelo; la Densidad aparente fue más baja en RL, luego en RC con un valor escasamente inferior al de MP, y CC tuvo el valor más alto. Lo relevante de estos resultados es que en todos los casos se utilizó solamente SD.

PRINCIPALES RESULTADOS FÍSICOS Y ECONÓMICOS DE SISTEMAS FORRAJEROS CON SIEMBRA DIRECTA

José A. Terra²³ y Fernando García Préchac²⁴

No se encontraron diferencias significativas entre las intensidades de laboreo en CC sobre la producción de los verdes de invierno, excepto en el primer pastoreo del primer año, en contra de SD; en dicha ocasión no se realizó barbecho químico por falta de conocimiento. Partiendo de una pastura, artificial o natural y suelo con un estado de degradación no extremo, es normalmente suficiente la realización de un buen barbecho químico para minimizar la pérdida de producción física que se dice está asociada al cambio o transición de utilización de laboreo a utilización de SD. Si el estado de degradación del suelo es muy avanzado, no solamente se obtiene baja productividad con SD, sino que seguramente también con LI. Una vez que el suelo pasa a usarse con SD, el transcurrir del tiempo con la reconstitución de la materia orgánica, determina mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas, es decir de la calidad del suelo. En consonancia con la evolución de la disponibilidad de N, ya comentada, no se encontró diferencia en la respuesta a la fertilización N entre las tres intensidades de laboreo utilizadas (la interacción N*Laboreo no fue significativa en ninguno de los ensayos); esto contradice la opinión generalizada de que con SD se debe usar más fertilización N. Pero esto, nuevamente, puede no ser cierto en una situación de transición sin uso de barbecho químico.

La utilización por pastoreo de la materia seca producida por los verdes de invierno es por lo menos 10% mayor con SD que con LI; en situaciones lluviosas dicha diferencia se incrementó a 30%.

Dos años de experimentación con Maíz mostraron la ventaja de SD sobre LI en un año con verano seco y la no existencia de diferencia en un verano con buena disponibilidad hídrica. Este cultivo de verano tampoco mostró diferente respuesta al N aplicado en función de la intensidad de laboreo utilizada, tanto en condiciones de alta disponibilidad (año seco), como de disponibilidad que determinó respuesta al N aplicado (año húmedo).

En el ensayo de intensidad de laboreo x N, con los mismos tratamientos en las mismas parcelas desde 1995, se encontró más materia orgánica y disponibilidad de N en aquellas que recibieron siempre 150 kg de N/ha que las que no lo recibieron nunca. Ello determinó mayor productividad de Sorgo para silo en 1998-99. La diferencia de productividad entre ambas situaciones fue menor en SD que en LI y LR, lo cual se asociaría a mayor contenido de materia orgánica en SD sin fertilización N histórica.

La realización de algún tipo de laboreo a la salida del ciclo de pasturas para el verdeo cabeza de rotación no determinó diferencia con empezar dicho ciclo con SD, en términos de la resistencia a la penetración (compactación), luego de los pastoreos del verdeo durante el invierno. Antes de los pastoreos dicha diferencia era evidente. Un cultivo de Sorgo para grano plantado con SD sobre las diferentes situaciones anteriores no mostró diferencias significativas de rendimiento en función de la intensidad de laboreo utilizada para el verdeo cabeza de rotación. Este resultado difiere de los encontrados en las rotaciones de la EEMAC, donde la realización de dicho laboreo benefició la productividad de los cultivos posteriores. Nuevamente, la gran diferencia radica en que en Palo a Pique los cultivos (principalmente de invierno) se

²³ Ing. Agr., INIA-Treinta y Tres, en programa de Doctorado en la Univ. de Alabama.

²⁴ Ing. Agr. (M.Sci.,Ph.D.), Prof. de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, Fac. de Agronomía-UDELAR.

pastorean, en tanto que en la EEMAC las rotaciones son agrícola-ganaderas, con los cultivos cosechados para grano, sin ser pastoreados y dejando todo su rastrojo en superficie. El nivel de Compactación por pisoteo animal puede controlarse con la carga animal utilizada en cada pastoreo y con su frecuencia. Un ensayo de cargas de corderos pesados (60, 120 y 180 corderos/ha instantáneamente) sobre verdeos con SD fue utilizado para estudiar el efecto sobre el cultivo de verano siguiente. Moha plantada con SD (ver Terra et al., 2000, Ser. Téc. No. 111) no mostró diferencias significativas en dos años de ensayo en materia seca producida y tampoco en grano (evaluado solamente el segundo año). En este segundo año también se incluyó sorgo forrajero, que respondió en forma inversa a lo esperado, con mayor producción en la carga invernal alta y menor en la baja, por una interacción ocurrida en dicho año entre carga en el invierno, cobertura del suelo e infestación de malezas. Los resultados de estos ensayos apuntan a que en sistemas con pastoreo directo de todos los componentes de la rotación, el laboreo no sirve más que a cortísimo plazo para eliminar compactación superficial por pisoteo, pero que dicha compactación superficial puede no tener la magnitud de consecuencias negativas sobre los cultivos siguientes que comúnmente se cree.

Los resultados de los ensayos de Renovación de praderas engramilladas mostraron que con dosis de 5 l de Glifosato/ha, entre mediados de febrero y mediados de abril, es posible reducir en forma muy importante la población de gramilla, tanto aérea como subterránea. En 1999 la aplicación de febrero aparece como más efectiva en controlar la gramilla, pero favoreció en demasía la renovación de Raigrás sobre la de Trébol Blanco. Estas son las dos especies del banco de semillas que más responden al control de gramilla, el Raigrás desde el primer año y el Trébol Blanco en el segundo y tercero desde la intervención. El agregado de nueva semilla (resiembrá) no se mostró efectivo en estos ensayos, lo que seguramente obedece a que las praderas fueron bien manejadas (aliviadas para tener semillazón y refertilizadas con P), por lo que contaban con un buen banco de semillas.

La productividad en kg de carne por ha promedio anual de los cuatro ejercicios de los que se poseen datos (96/97, 97/98, 98/99 y 99/00) fue: MP 338, RL 484, RC 527 y CC 485. El desvío estándar interanual fue: MP 103, RL 82, RC 61 y CC 151. Las rotaciones mostraron mayor producción animal con menor variación.

Los Resultados económicos indican que las intensidades de uso más sustentables son las rotaciones de cultivos y pasturas (coincidiendo con los resultados de sustentabilidad de la calidad del suelo). El sistema económicamente más riesgoso, y por lo tanto menos sustentable es CC. El Margen bruto en U\$S/ha fue: MP 143, RL 212, RC 245 y CC 89; los coeficientes de variación interanual fueron: MP 52%, RL 34%, RC 37% y CC 61%. Las rotaciones tuvieron mayor sustentabilidad económica que MP porque tuvieron mayor Margen bruto con menor variación interanual, igual relación Costo/Beneficio, mayor Margen Bruto en condiciones económicamente muy favorables e igual Margen Bruto en condiciones económicamente muy desfavorables.