

// INIA //

Optimización de tecnologías en cultivos: aportes desde la investigación



Por Andrés Berger, Alejandro García, Silvia Pereyra,
Andrés Quincke, Silvina Stewart (INIA)

ESCENARIO ACTUAL

El sistema agrícola uruguayo ha transitado por cambios importantes en los últimos tiempos, de estar basado en rotaciones agrícola-pastoriles a rotaciones agrícolas de doble cultivo en siembra directa. Esto implicó una mayor extracción de nutrientes (requiriendo mayor reposición) e intensidad de uso del suelo. Se logró una mayor productividad anual, algo que en principio parecería ser positivo para el sistema.

Este año será récord en área sembrada de cultivos de invierno y el área de soja también se mantendría elevada. Por primera vez, existirán tres cultivos importantes repartiéndose el área de invierno en partes prácticamente iguales (trigo, cebada y colza).

Con un invierno 2022 muy favorable para la siembra e implantación de los cultivos, las perspectivas climáticas para la primavera también parecen ser positivas. El pronóstico climático de año Niña prevé un año más seco, aunque levemente más caluroso que lo normal (pronóstico estacional de IRI Universidad de Columbia junio 2022). Este escenario climático podría ser nuevamente desafiante para los próximos cultivos de verano. Habrá que ver cómo evoluciona el balance de agua en el suelo y si se mantienen las perspectivas climáticas de año Niña para el resto del verano. Para las chacras que se mantienen en cultivo de cobertura habría que prever que éste no consuma las reservas de agua en la primavera adelantando la fecha de terminación. Adicionalmente, si las

Indefectiblemente niveles de rendimiento más altos y mayor intensidad en el uso de los recursos, si bien producen mayor margen, implican un manejo más ajustado del cultivo.

perspectivas de un verano seco se mantienen, puede ser pertinente considerar retrasar la fecha de siembra de soja para que el período crítico escape a los momentos de mayor demanda atmosférica de enero-febrero.

Como lo ha indicado un trabajo reciente de análisis y simulación de manejo de soja y escenarios climáticos de INIA, existe la posibilidad de cambiar el manejo según la previsión del pronóstico estacional. Si bien el beneficio es mayor en los años que se pronostican como lluviosos (sembrando grupos de madurez más cortos y adelantando la fecha de siembra), en los años con previsión de veranos secos retrasar la fecha de siembra y sembrar grupos de madurez intermedios largos genera un beneficio.

AUMENTO DEL RENDIMIENTO Y MEJORA DEL MANEJO DE LOS CULTIVOS

En todos los cultivos han existido avances en rendimientos a nivel productivo, pero esto es más marcado en los cereales de invierno, en los que la disponibilidad de agua no es una limitante importante. Los últimos dos años marcaron un récord de rendimiento promedio nacional en trigo. Esto se debe al uso de cultivares con mayor potencial de rendimiento y a la adopción de prácticas de manejo que permiten concretar estos altos rendimientos (fecha de siembra de fin de mayo y aumento de las dosis de nitrógeno-N- entre otras). Un rendimiento

más alto implica siempre un mayor uso de N por parte del cultivo ya que las cantidades necesarias para construir el cultivo (acumular biomasa) y las exportadas en el grano como proteína son mayores. Si el nivel de disponibilidad de N no es acorde al rendimiento esperado, el nivel de proteína será bajo independientemente de la genética utilizada. Por este motivo desde INIA hemos trabajado en cuantificar las necesidades de N totales del cultivo, así como las mejores estrategias de diagnóstico de las necesidades y fraccionamiento durante el ciclo. En simultáneo con Urutigo se ha trabajado en caracterizar aquellos cultivares que presentan mejor calidad de la proteína con contenidos en niveles aceptables.

Indefectiblemente niveles de rendimiento más altos y mayor intensidad en el uso de los recursos, si bien producen mayor margen, implican un manejo más ajustado del cultivo. Es por eso que es mucho más relevante tomar decisiones de manejo correctas y a tiempo, porque éstas permiten minimizar el impacto negativo de eventos naturales sobre el rendimiento, la calidad del grano y la inocuidad. Es sabido que los cultivos manejados en su nivel óptimo tienen un riesgo asociado a factores climáticos menor.

MANEJO SOSTENIBLE DEL SUELO

El uso agrícola del suelo está asociado indefectiblemente a diversos procesos de degradación, los que, no solo comprometen la pro-

ductividad, sino también su capacidad de desempeñar otras funciones importantes para el ambiente. Es oportuno detenerse en las amenazas de degradación de suelos en Uruguay y analizar las prácticas y tecnologías para su correcto manejo.

La erosión hídrica es el principal problema al que se enfocan los Planes de Uso y Manejo Responsable, que se reconoce como una exitosa política pública. Sin embargo, es posible precisar dos aspectos que en ocasiones se ven desatendidos, aunque es difícil cuantificar correctamente su impacto. En primer lugar, en períodos de barbecho se deja ver que, al menos en ciertos puntos de las chacras, el tránsito de la maquinaria es a favor de la pendiente. En estas huellas se concentra el escurrimiento y se comienzan a marcar surcos de erosión. En segundo lugar, también se observan chacras con problemas en los desagües, ya sea porque se omitió dejar el área de desagüe sin cultivar, o porque ocurren arrastres por los costados de los desagües empastados.

Compactación. En sistemas de siembra directa con buena cobertura de residuos, el estrato superficial del suelo puede tener buena estructura y porosidad. Sin embargo, a nivel subsuperficial puede formarse una capa más compacta, en parte como consecuencia de un bajo contenido de materia orgánica.

Otro de los problemas de degradación es la acidificación del suelo. Entre las principales causas de la acidificación se mencionan el uso de fertilizantes nitrogenados en base a amonio, la extracción de cationes y la fijación biológica de nitrógeno. Una alta recuperación del fertilizante nitrogenado permite reducir el efecto, aunque no lo revierte. La acidificación de suelos debe ser considerada co-

mo inherente a la producción de cultivos. Aunque no ha sido una práctica común, se debe contar con la necesidad de aplicar periódicamente correctores de acidez. Es recomendable monitorear el pH del suelo y opcionalmente aluminio intercambiable.

OPTIMIZACIÓN EN EL USO DE NUTRIENTES

Un manejo más intensivo no solo requiere ajuste de los nutrientes para que los cultivos tengan sus necesidades satisfechas, sino además niveles superiores de reposición de los nutrientes extraídos, que considere la extracción anual de nutrientes en los productos cosechados. Por ello el manejo de algunos nutrientes (P, K, S) trasciende el cultivo y debe ser considerado a nivel de la rotación. En el caso de S mantener criterio de balance (a falta de un buen indicador de suelo o planta), y en el caso de P y K por análisis de suelo o balance y extracción acumulada. El N en cambio debe ser manejado fundamentalmente en función del rendimiento esperado del cultivo, y la capacidad de aporte del suelo. Esto último puede ser de magnitud considerable cuando la rotación incluye especies leguminosas que aportan nitrógeno al sistema.

La agricultura de precisión es una tecnología muy interesante para optimizar el uso de nutrientes dentro del potrero, ya que se reduce la escala a la que se toman las decisiones. Existe una gran oportunidad para reponer P y K en el sistema en base a la extracción estimada utilizando los mapas de rendimiento (reponer lo extraído en la zafra anterior). En N también hemos trabajado desde INIA en estrategias para su mejor uso dentro de la chacra. En trigo y cebada, el mayor impacto está en adecuar las dosis a aplicar al inicio de encañazón al nivel de rendimiento esperable esti-



mado mediante NDVI (Índice de Vegetación Normalizado), logrando ahorros importantes de fertilizante en las partes de la chacra que concretan potenciales de rendimiento más bajos a causa de otros factores limitantes.

Estas tecnologías también pueden tener un impacto importante en la sistematización de la chacra, la rotación de cultivos dentro del potrero por zonas o simplemente la exclusión de zonas no agrícolas o con limitantes importantes para la agricultura.

MANEJO DE MALEZAS

El manejo de malezas ha sido tradicionalmente y sigue siendo un aspecto crítico que necesitamos optimizar para concretar el potencial productivo de los cultivos.

En la actualidad, la resistencia de malezas a herbicidas es uno de los mayores problemas en nuestros sistemas de producción agrícola. Manejar este problema solo en base al cambio de herbicidas o el aumento de las dosis no solo incrementa los costos de producción, sino que además puede aumentar el riesgo de generar efectos negativos en el ambiente. Para maximizar las probabilidades de éxito debemos manejar estas poblaciones de malezas con una visión de sistema a mediano y largo plazo donde los herbicidas son una herramienta importante pero acompañados de otras prácticas integradas que promuevan la mayor diversidad posible en nuestros sistemas de producción procurando evitar así que las malezas se adapten a una o pocas herramientas de control. Algunas de las ma-

lezas más problemáticas dentro de nuestros sistemas de producción agrícola son especies anuales de ciclo otoño-invierno-primaveral, como raigrás, yerba carnícera y rábanos. Considerando el momento del año en el que se encuentran los cultivos de invierno es crucial un control oportuno de estas especies con herbicidas en un contexto donde se procure maximizar otros aspectos de manejo (fundamentalmente fertilización y manejo de enfermedades) para que la transición hacia los cultivos de verano se realice con la mínima interferencia posible de este tipo de especies que serán mucho más difíciles de controlar en etapas reproductivas y/o luego del corte de la cosechadora.

OPTIMIZACIÓN EN EL MANEJO DE ENFERMEDADES

Las condiciones climáticas durante el ciclo de los cultivos favorecen el desarrollo de un complejo variado de enfermedades. El mayor desafío para su manejo en los sistemas actuales es transitar desde un enfoque fuertemente basado en el uso de fungicidas, hacia la integración de medidas de carácter más preventivo y menos dependiente del control químico. Estas prácticas utilizan el conocimiento generado sobre la biología de los patógenos, los cambios en sus poblaciones, la epidemiología, las relaciones planta-patógeno-comunidad microbiana benéfica-ambiente, para integrar más eficientemente las medidas disponibles como el uso de variedades resistentes a enfermedades múltiples, prácticas culturales que incluyan el uso de semilla sana, secuencias de cultivos que promuevan tiempos de rotación suficientes entre especies vegetales que comparten patógenos y fomenten microorganismos benéficos, balance nutricional, entre otros, optimizando el uso eventual de fungicidas de síntesis.

La resistencia genética constituye uno de los pilares básicos para el manejo y objetivo importante en los programas de mejoramiento genético de cultivos en INIA. Conocer el comportamiento de los cultivares que estamos manejando frente a las principales enfermedades nos permite planificar el seguimiento y la toma de decisiones. Para los cultivares comerciales de trigo y cebada se dispone de información actualizada para la zafra 2022 en <http://www.inia.uy/>

Un balance nutricional óptimo desde etapas tempranas de los cultivos tiene efecto positivo también en mayor tolerancia a las enfermedades. Junto al uso de semilla sana o tratada con curasemillas de acción prolongada, buen vigor y germinación, minimizan factores de estrés que pueden predisponer a las manchas foliares y más específicamente a ramulariosis en cebada.

Desde estas primeras etapas de los cultivos de invierno, el monitoreo periódico, el diagnóstico correcto, determinar los niveles de incidencia óptimos en función del comportamiento del cultivar según la enfermedad, y las condiciones climáticas ocurridas y pronosticadas, son relevantes para tomar decisiones oportunas. La oferta de fungicidas es amplia, sin embargo, se encuentra basada fundamentalmente en tres grupos con modos de acción mono-sitio: estrobilurinas, triazoles y carboxamidas. Esto impone desafíos en el manejo para evitar el desarrollo de resistencia o menor sensibilidad en las poblaciones de los patógenos, aspecto que hemos identificado en *Fusarium graminearum* y *Zymoseptoria tritici* en trigo. En caso de ser necesaria la aplicación de fungicidas, es esencial seleccionar aquellos con mayor eficiencia para la(s) enfermedad(es) objetivo (cartilla de fungicidas en trigo y

La trascendencia del sector semillero que, amparado por un fuerte marco legal, hace viable que la investigación privada también participe y ofrezca aportes valiosos.

cebada 2022 en <http://www.inia.uy/>), evitando el uso en más de dos momentos de un mismo grupo (especialmente estrobilurinas o carboxamidas) en el ciclo de un cultivo.

Algunas consideraciones a tener en cuenta previo a la siembra del cultivo de soja incluyen al damping off como principal enfermedad de implantación. Es una enfermedad causada por un complejo de patógenos fúngicos y oomicetes que provoca la muerte de plántulas en pre y post emergencia. El inóculo puede provenir de la semilla, aunque la principal fuente de éste es el suelo. Las infecciones ocurren generalmente en suelos muy húmedos y fríos, donde las plántulas demoran en emerger y, por lo tanto, hay más tiempo para que los patógenos invadan los tejidos. A su vez, una calidad pobre del lote de semilla y/o de la siembra pueden determinar la necesidad de resiembra. El control de esta enfermedad es posible mediante el uso de fungicidas curasemillas, mezcla de principios activos eficientes para el espectro de patógenos integrantes del complejo, como metalaxil o mefenoxam para el control de *Pythium* spp. y *Phytophthora sojae*, bencimidazoles como tiabendazol o carbendazim para *Fusarium* spp. y fludioxinil para *Rhizoctonia* spp. y *Macrophomina phaseolina* entre otros.

CONSIDERACIONES FINALES

La intensificación tecnológica agrícola puede impactar en el uso de los recursos y en este sentido es relevante incidir de forma

positiva y no negativamente en la sostenibilidad del sistema productivo. Esto demanda modelos de producción basados en el conocimiento científico y local, que además de ser viables económicamente, eviten la degradación de los recursos naturales (suelo, agua, aire y biodiversidad). Las líneas de investigación en cultivos buscan avanzar conocimientos, herramientas y estrategias tecnológicas en este sentido y especialmente, en la gestión de los riesgos.

Uruguay tiene una larga y rica tradición de programas de investigación de largo plazo en mejoramiento genético. Este es un pilar fundamental para sostener un continuo proceso de liberación de nuevos cultivares con características agronómicas superiores. Tal como fue mencionado en algunas secciones, las características relevantes refieren al potencial de rendimiento, así como también a la calidad industrial y a la resistencia a las principales enfermedades. Por último, se debe destacar la trascendencia del sector semillero que, amparado por un fuerte marco legal, hace viable que la investigación privada también participe y ofrezca aportes valiosos.

Herramientas disponibles en inia.uy: Cultidatos_uy, Modelo Cronos trigo y soja, Modelos de estimación fenológica para soja y trigo, SIGRAS App, GESIR, SARAS, DONcast, Previsión de heladas, Cartillas de comportamiento sanitario de cultivares y eficiencia de curasemillas y fungicidas para trigo y cebada.