

Maximización de la eficiencia de uso del agua con rotación y manejo nutricional

Santiago Lorenzatti - Grupo Romagnoli / OKANDU

Jorge Romagnoli - Grupo Romagnoli.

La siembra directa concebida como sistema de producción ha evolucionado conceptualmente. De ser sólo una herramienta para proteger de la erosión y cuidar el agua almacenada en el suelo, llegó a ser vista como el sistema que permite gestionar eficientemente a la oferta ambiental con el objetivo de maximizar la productividad de manera sustentable. Esta nueva forma de hacer agricultura implica la interpretación de la real y amplia de la oferta ambiental de cada zona productiva y en la adecuación de una estrategia agronómica que maximice el uso eficiente de esos recursos disponibles; incorporando aquellos insumos externos limitantes, de manera de maximizar la producción sustentable. En términos energéticos esta nueva agricultura tiende a elevar al máximo la eficiencia de transformación de la energía disponible - ofrecida por los recursos naturales y los insumos externos- y su "almacenamiento" en forma de alimentos, fibras y más recientemente en biocombustibles.

Se trata de una nueva agricultura, basada en la incorporación de los conocimientos que la ciencia genera; principalmente en lo que a ecología, ecofisiología, genética, nutrición y protección de adversidades bióticas y abióticas respecta. Es en este contexto, donde las buenas prácticas agrícolas (BPAs) adquieren real importancia; ya que son las herramientas que permiten adaptar y ejecutar los nuevos conocimientos y avances tecnológicos al terreno de la producción agrícola de alimentos.

Las BPAs constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sustentabilidad ambiental, económica y social de los sistemas productivos agropecuarios, lo cual debe traducirse en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables; en un marco de minimización del daño ambiental. O mejor aún, conservando y aún mejorando muchos parámetros y atributos de los recursos naturales involucrados en el proceso productivo; en el caso de la agricultura, principalmente el suelo. Todo ello, sin resentir los rendimientos de los cultivos; por el contrario, teniendo como objetivo su aumento permanente a partir de la incorporación de conocimientos.

En un sistema de siembra directa hay dos BPAs que resultan clave a la hora de pensar en hacer un uso eficiente del recurso agua, la rotación de cultivos y el ajuste del manejo nutricional asociado. Por lo tanto, y pensando en un manejo eficiente del agua, resulta de gran importancia al plantear la rotación ajustar su intensidad a la realidad climática y productiva de cada zona. La intensidad hace referencia a la cantidad de cultivos en un período de tiempo. La rotación será más intensa cuantos más cultivos se realicen en un número determinado de años.

Hay que encontrar la intensidad adecuada, ya que si la misma es baja se estarán desaprovechando oportunidades de obtener mayor rentabilidad y no se utilizaría toda el agua almacenada. Por el contrario, si la intensidad es excesiva los riesgos productivos serán altos, ya que para las condiciones promedio de la zona el agua no será suficiente para obtener altas producciones en todos los cultivos (Lorenzatti et al, 2003). En definitiva, la intensidad de rotación es la herramienta para ajustar la secuencia de cultivos a la oferta

ambiental. Un buen ajuste de la intensidad de rotación permite ser eficientes en el uso de recursos, maximizando la producción en función a la oferta ambiental; lo cual también es esperable que redunde en mejores resultados económicos para la empresa.

- Intensidad de rotación y fertilización

En el sudeste de Córdoba, más específicamente en Monte Buey Grupo Romagnoli, junto a IPNI y Aapresid, viene comparando dos esquemas rotacionales, estándar e intensivo, incorporando un factor extra de análisis: el manejo de la nutrición. Específicamente, desde 1999, en el campo La Lucía se comparan la rotación típica trigo/soja-maíz-soja de primera, versus una rotación intensiva basada en dobles cultivos anuales incluyen trigo y cebada en invierno, en combinación con cultivos de segunda como sorgo, maíz, girasol y soja.

Mientras la rotación estándar tiene una intensidad de 1,33 (resultando de dividir cuatro cultivos en tres años), la intensiva tiene una intensidad de 1,85 para los 13 años evaluados. A su vez, cada rotación posee diferentes tratamientos de fertilización con N, P, S, K, Mg y micronutrientes (tabla 1)

Tabla 1: Nutrientes aportados por cada tratamiento. Se realiza un aporte de cada nutriente compatible con un rendimiento potencial para la zona.

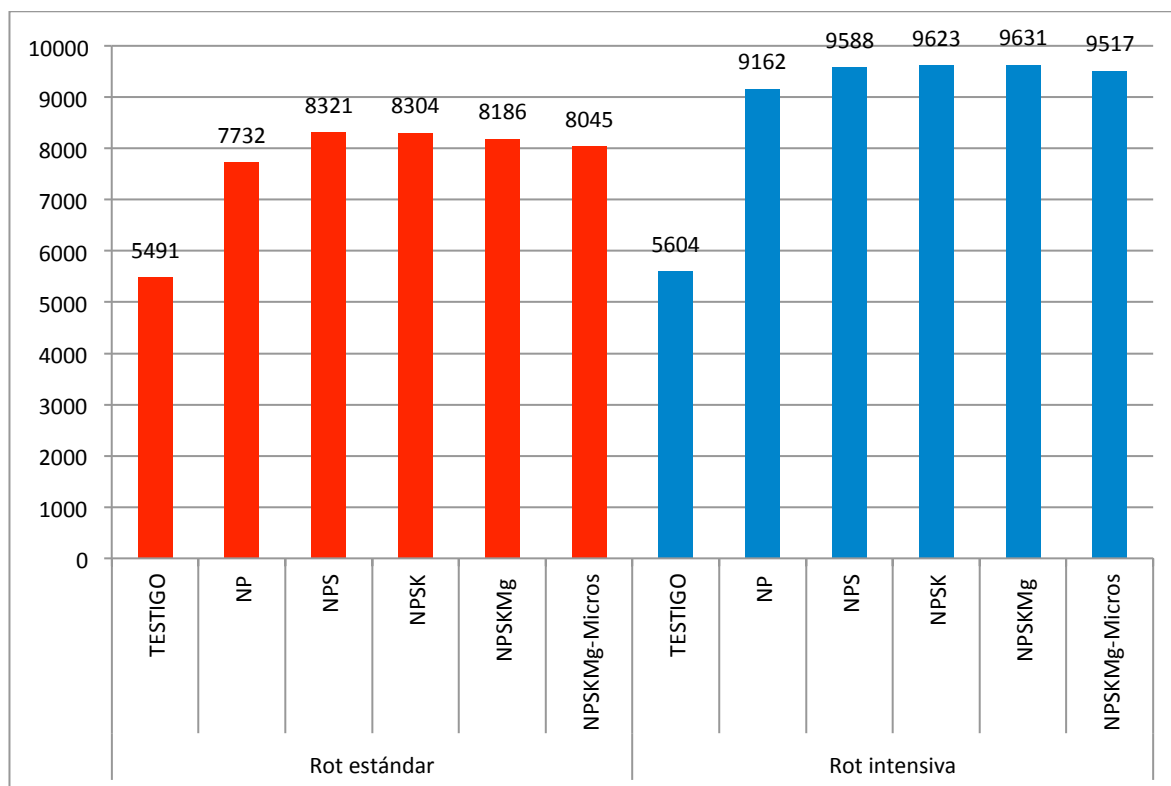
Tratamiento	Nutrientes aportados
1	Ninguno (testigo)
2	N + P
3	N + P + S
4	N + P + S + K
5	N + P + S + K + Mg
6	N + P + S + K + Mg + micronutrientes

Luego de 13 años, la rotación estándar sin fertilización (con 13 cultivos realizados) tuvo una producción promedio anual de 5491 kg de grano/ha; en tanto que la fertilizada con NPS ascendió a 8321 kg/ha.

Por su parte, el efecto de la intensificación de la rotación es aún más impactante. Así, mientras la rotación intensiva (24 cultivos en 13 años) sin fertilizar tuvo producciones promedio anuales de 5604 kg de granos/ha; el tratamiento con NPS tuvo un rendimiento promedio de 9.588 kg/ha. Es decir, casi el doble que la rotación estándar sin fertilizar y

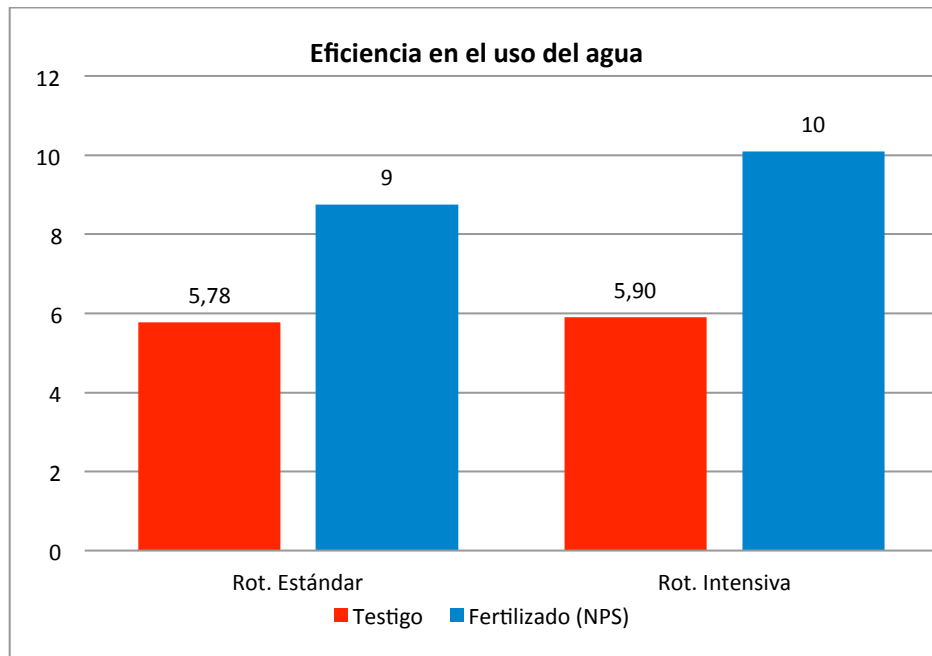
15% más que la rotación estándar fertilizada. A lo que hay que sumar un impacto positivo sobre el recurso suelo por aumento en el aporte de rastrojos.

Gráfico 1. Nutrición en la rotación. Rotación estándar vs intensiva con distinto manejo nutricional. Promedio anual de producción en la rotación (13 años).



Si los mismos resultados se analizan en términos de eficiencia del uso del agua, tomando como dato de oferta de agua a la cantidad de milímetros llovidos a lo largo de los 13 años de duración del ensayo se puede que la rotación estándar sin fertilizar produjo 5,78 kg de grano/mm; en tanto que si se fertiliza con NPS la eficiencia asciende a 9 kg de grano/mm. Por su parte, en la rotación intensiva sin fertilizar la eficiencia en el uso del agua es de 5,90 kg de grano/mm; en tanto que si asciende a 10 kg de grano/mm para el tratamiento rotación intensiva fertilizado con NPS (Gráfico 2).

Gráfico 2. Nutrición en la rotación. Rotación estándar vs intensiva con distinto manejo nutricional. Promedio anual de eficiencia de uso del agua (13 años).



- Cultivos de cobertura: *Vicia villosa*

Dentro del tema rotación de cultivos, resulta clave mencionar a los cultivos de cobertura una herramienta tecnológica que ha retomado una dimensión importante en muchos planteos tecnológicamente de avanzada en el campo argentino. Los cultivos de cobertura (CC), son cultivos que se siembran en una ventana de tiempo y espacio, normalmente no ocupado por otro cultivo de cosecha. El CC no se realiza con el objetivo de obtener granos; por el contrario, su inclusión apunta a mejorar condiciones edáficas, esperando que ello redunde en mejores condiciones y rendimientos para los cultivos siguientes en la rotación; a la vez que se busca la el aumento de la eficiencia del uso del agua.

Por mucho tiempo se sostuvo que para almacenar agua era importante tener largos períodos de barbechos limpios (sin malezas). Bajo este razonamiento durante este período sin cultivos el suelo se iba recargando con las lluvias, llegando con el perfil bien provisto de agua al momento de la siembra del siguiente cultivo. Lo que no se tenía en cuenta en este razonamiento era la eficiencia de ese barbecho; o dicho de otra manera, cuánta agua se perdía por evaporación directa durante el barbecho. Según Gil (2002) las eficiencias en la región norte norte del país en lotes con siembra directa pero mal rotados – y por ende con poca cobertura – no supera el 20%. Esto significa que se pierden 8 de cada 10 milímetros llovidos.

En consecuencia, una alternativa consiste en transformar esos milímetros improductivos en biomasa, incluyendo CC en ventanas de tiempo normalmente desocupadas. Como ventaja adicional, al secar químicamente el CC se mejora la captación e ingreso al suelo del agua de lluvia; y por otro lado, al haber alta cobertura se baja la evaporación. El objetivo buscado es que con la inclusión de los CC haya más agua

para el cultivo siguiente, con iguales o mejores rindes, y principalmente con aumento significativamente mayores de carbono al suelo.

Adicionalmente, y dentro de este contexto de manejo de la rotación de cultivos con inclusión de CC, está recobrando importancia la investigación y las prácticas a campo que en materia de fijación biológica de nitrógeno se están realizando con CC de leguminosas; tal es el caso de la Vicia villosa.

La incorporación de la Vicia villosa tiene el objetivo no solo de crear biomasa, favoreciendo el aporte de carbono y la cobertura del suelo, sino, principalmente, el de fijar nitrógeno atmosférico e incorporarlo al suelo vía descomposición de residuos aéreos y subterráneos. En tal sentido, el cultivo de vicia es una alternativa que apunta a consolidarse como antecesor de cultivos estivales (principalmente maíz, sorgo o soja). Experiencias realizadas por Grupo Romagnoli en zona núcleo muestra valores de producción de materia seca de entre 4000 a 6000 kg/ha de MS, con una concentración de nitrógeno entre 5 y 6,9%.

Para evaluar el impacto de la vicia como antecesor del cultivo de maíz, OKANDU junto a Fertilizar Asociación Civil y Grupo Romagnoli realizaron ensayos a campo durante 3 campañas (2009/10; 2010/11; y 2011/12) en el sudeste de Córdoba.

Los tratamientos evaluados contemplaron la comparación entre barbecho químico (BQ) versus Vicia como CC (VC). A ambos bloques se le cruzaron tratamientos de fertilización nitrogenada que incluían dosis de 0, 60, 120 y 180 kg de N/ha.

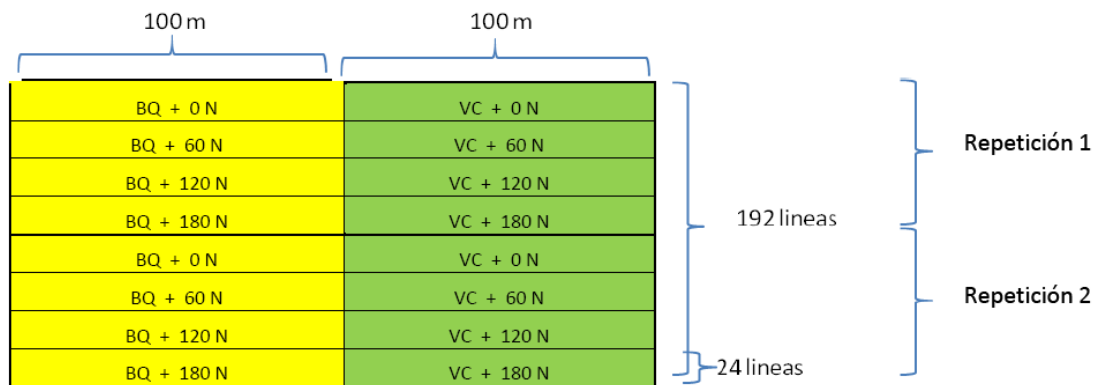


Figura 1. Esquema del diseño experimental.

Gráfico 3: Rendimiento de maíz con antecesor BQ y Vicia. Campaña 2009/10. (Monte Buey, Córdoba)

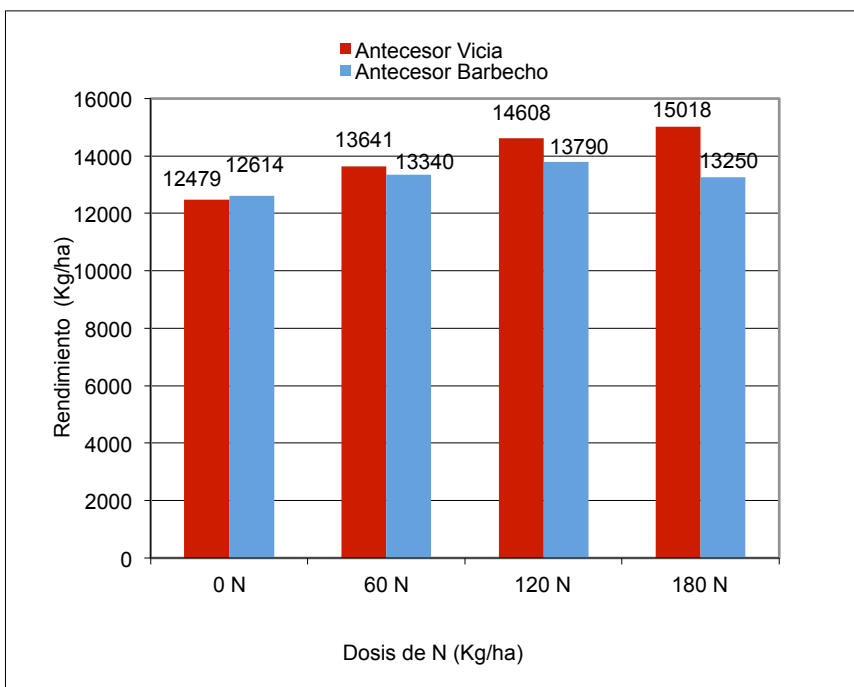


Gráfico 4: Rendimiento de maíz con antecesor BQ y Vicia. Campaña 2010/11 (Monte Maíz, Córdoba)

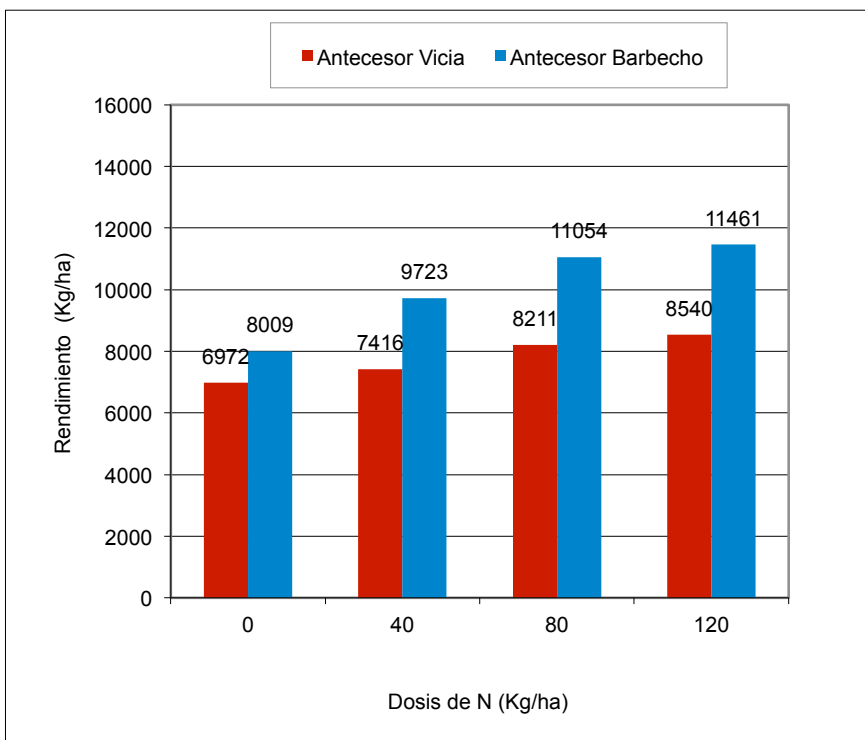
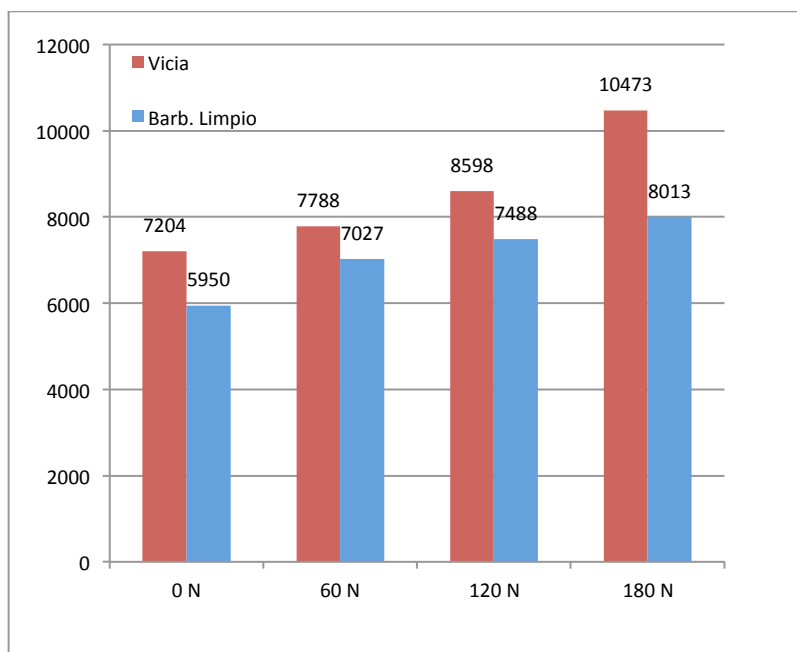


Gráfico 5: Rendimiento de maíz con antecesor BQ y Vicia. Campaña 2011/12 (Bengolea, Córdoba)



Para analizar los resultados resulta interesante considerar que la oferta hídrica fue muy dispar entre campañas. En la campaña 2009/10 las precipitaciones fueron de 1103 mm anuales, a lo que se suma la influencia de napa en el lote. En la campaña 2010/11 las precipitaciones acumularon 741 mm, con déficit hídrico acentuado durante el período crítico del maíz. En la campaña 2011/12 las precipitaciones fueron escasas (586 mm) con la diferencia que hubo una lluvia oportuna en durante el período crítico del maíz.

Los datos de rendimiento de maíz con antecesor BQ y VC para las 3 campañas pueden verse en los gráficos 3, 4, y 5. Lo interesante de la experiencia es que se pudieron analizar ambientes contrastantes en cuanto a disponibilidad hídrica ofrecida (precipitación anual acumulada) y la oportunidad de ocurrencia (lluvia en el período crítico del cultivo). A la fecha la experiencia acumulada arroja las siguientes conclusiones:

- La inclusión de vicia como cultivo de cobertura previo al maíz realiza un aporte de materia seca entre 4000 a 6000 kgMS/ha, con concentraciones de nitrógeno en entorno a 5% (entre 4,5 y 6,9%).
- El cultivo posterior de maíz pueden rendir más o menos, comparado con el antecesor BQ dependiendo de la cantidad y oportunidad de las lluvias.
- En años con buenas precipitaciones el antecesor vicia permitió un rendimiento mayor del maíz para todas las dosis de N evaluadas.
- En años con precipitaciones por debajo de la media zonal, el comportamiento fue más errático. Cuando las lluvias fueron escasas durante la estación de crecimiento

del maíz (incluido durante el período crítico), el antecesor vicia deprimió el rendimiento de maíz comparado con el BQ.

- En años con precipitaciones por debajo de la media zonal, pero con lluvias oportunas (durante el período crítico) el antecesor vicia mostró sus beneficios al permitir mayores rendimientos de maíz comparado con el BQ.
- Todas las campañas evaluadas se evidenciaron respuestas en rendimiento de maíz a dosis crecientes de N aportadas durante el cultivo, tanto para el antecesor BQ como VC.

Consideraciones finales

Finalmente, el monitoreo y control continuo de las áreas con rotación de cultivos es fundamental para el propio éxito del sistema. Así las especies a ser incluidas en la rotación deberán ser criteriosamente seleccionadas, de acuerdo con las condiciones ambientales y de cobertura de suelos prevalecientes. Resulta lógico entonces, pensar en secuencias más o menos estables ajustadas a la oferta ambiental, apuntando a maximizar la producción y mantener la productividad del suelo. Para ello, al intensificar la rotación necesariamente deberá ajustarse la estrategia de nutrición y fertilización de los cultivos. Evaluar la eficiencia de uso del agua es un buen indicador.

La inclusión de CC es una tecnología que muestra sus bondades; sin embargo, habrá que ajustarla a la oferta ambiental de cada año en particular para no quedar sobreexpuestos al riesgo en años secos, ni perder potencialidad productiva y mejora ambiental en años de oferta hídrica mayor.

Más que establecer una secuencia determinada y mantenerla indefinidamente en el tiempo, es preciso pensar y monitorear las condiciones de suelo, a lo largo de los años, para asegurar el éxito de un sistema de rotación de cultivos. Del mismo modo, es importante ir testeando y ajustando nuevas secuencias, inclusión de nuevos cultivos o diferentes ventanas de cultivos, en función a los avances en el conocimiento y en las nuevas oportunidades de negocios.

Agradecimientos:

Los ensayos mencionados contaron con la activa participación, colaboración y apoyo de Aapresid, IPNI, Fertilizar Asociación Civil, Grupo Romagnoli, CREA Monte Buey / Inrville, MAS Consultores y OKANDU. En especial, agradecimientos a Fernando García, Martín Sanchez, Agustín Bianchini, Sebastián Muñoz, Juan Pablo Boiero y Daniel Peruzzi.