

# Agricultura de Precisión



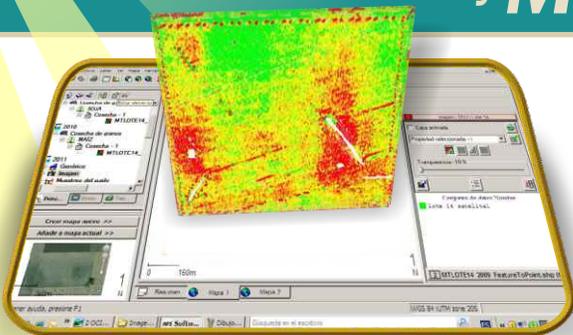
Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

Actualización Técnica N° 79 - Junio 2013

# y Máquinas Precisas



Las características del sistema productivo agropecuario argentino y la necesidad del productor por lograr la mayor eficiencia, precisión y productividad se reflejan en la constante demanda de herramientas e información referida a la Agricultura de Precisión (AP). Este concepto que desde sus inicios ha obtenido muchas definiciones, se refiere al manejo variable de los insumos según ambientes, incluyendo a herramientas y demás factores que manejan la productividad y calidad de los cultivos, lo que permite avanzar en la trazabilidad de los productos con “valor agregado”.

Con esta realidad como contexto, las empresas nacionales e internacionales permanecen desarrollando nuevas tecnologías, equipos y maquinaria específica para llegar al productor agropecuario con actualizaciones permanentes y con las últimas innovaciones que se adoptan a nivel mundial.

Las acciones desde INTA en Agricultura de Precisión, conjuntamente con empresas, pueden relacionarse con la evolución de la adopción de esta temática, tomando como indicador la venta de equipamientos característicos (Cuadro 1). Alguno de estos elementos, como los monitores de rendimiento, son indicadores de las tasas de adopción en Argentina. Para este caso, desde los comienzos en 1997 hasta 2003, la adopción se mostró gradual, mientras que en los últimos años la venta de estos equipos se incrementó de manera muy marcada. Otros componentes característicos como los banderilleros satelitales, monitores de siembra y equipos de dosificación variable de fertilizantes líquidos han mostrado una evolución similar.

## Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



**Cuadro 1:** Evolución de Agrocomponentes de AP en Argentina.

	1998	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2010	2011	2012
Monitores de Rendimiento	200	300	560	850	1600	3600	6200	7450	8415	8915
Dosis Variable en sembradoras y fertilizadoras (sólidos)	4	5	10	25	80	700	1400	1804	2079	2339
Dosis Variable Fertilizadora (líquido)	0	0	0	0	50	215	450	600	750	750
Monitores de siembra	500	700	1300	1800	3000	6500	9500	12560	15105	17305
Banderillero Satelital en aviones	60	100	200	300	480	680	700	800	900	900
Banderillero Satelital en pulverizadoras	10	70	400	2000	4000	7600	10500	12298	13270	14589
Guía Automática	0	0	0	0	25	190	650	1150	2110	3610
Sensores de N en tiempo real	0	2	4	6	7	15	22	27	30	30
Sensores de Conductividad Eléctrica	0	0	0	0	0	4	6	6	10	10
Cortes por Sección Pulverizadoras y Sembradoras	0	0	0	0	0	0	300	650	1091	1491

Fuente: INTA Manfredi – Mayo 2013

El INTA es una institución referente en esta temática y coordina una red de Agricultura de Precisión pública privada, que mediante la extensión, le acerca al productor y profesionales, los resultados de investigaciones, tecnologías desarrolladas, las formas de implementarlas y sus beneficios. Esto a nivel nacional e internacional, ya que otros países también se interesan por los desarrollos nacionales, debido a que se adaptan fácilmente a las necesidades de cada uno. El **banderillero satelital** permitió reemplazar el trabajo insalubre y rudimentario de los banderilleros humanos y habilitó el trabajo nocturno; hoy instalado en casi la totalidad de las pulverizadoras y en todos los aviones aeropulverizadores (calidad de trabajo).

Los números que muestran el cuadro de evolución de agrocomponentes, ponen de manifiesto que la incorporación de equipos de Agricultura de Precisión es constante todos los años. Hay rubros que marcan tendencias de adopción, tal es el caso de la incorporación de **Pilotos Automáticos**, en distintas herramientas, desde 2009 la inclusión de esta tecnología ronda el 40%. Pero también es importante resaltar que en función de los datos consultados que conforman este cuadro se observa un marcado interés por incor-



porar sistemas de **Cortes por Sección**, tanto en la pulverización como en la siembra, en estos últimos años. La incorporación de esta tecnología ha tenido un incremento en 2012 cercano al 28% respecto al año 2011, lo que marca una línea de trabajo sobre el control eficiente de insumos.

En menor medida, pero sin restar importancia, se han observado incrementos en varias herramientas, tal es el caso de los **Monitores de Rendimiento** con GPS, los cuales han incorporado en 2012 un 5,6% más respecto a 2011, representando más del 60% del potencial de mapeo del área cosechada, ya que hay que considerar que las cosechadoras que cuentan con monitor de rendimiento son las de mayor capacidad de trabajo.

En **Dosificación Variable** el aumento en equipos fue mayor, ya que se contabilizó un crecimiento cercano al 12% en 2012, incluyendo a sembradoras y fertilizadoras en este rubro. También se observaron incorporaciones de tecnología en **Monitores de Siembra y Banderilleros Satelitales** en Pulverización, 12,7% y 9,04% respectivamente.

Los **monitores de siembra** representan uno de los segmentos de mayor adopción en el mercado de la Agricultura de Precisión, es una herramienta que desarrollada en su gran mayoría por empresas nacionales y con electrocomponentes fabricados en el país, de ahí su incremento y su rápida inclusión en el mercado de sembradoras. Estos equipos informan sobre la dosificación de la semilla y fertilizante, al tiempo que destacan la velocidad de



avance, la capacidad de trabajo y la densidad de siembra. A través de monitores es posible certificar la calidad del trabajo, sumando información a la trazabilidad de los cultivos.

Por su parte, las novedades en **comunicación, Internet y telefonía celular** permiten que el productor visualice lo que sucede en su campo, comande equipos a distancia y acceda a mapas de rindes, aplicación y siembra en tiempo real.

“La tecnología sigue avanzando y la impresión es que ocurre más rápido que la asimilación de la misma”.



**Fotografías aéreas y satelitales, mapeos de suelos y sensores de índice verde** son también instrumentos que cada vez más colaboran con la toma de decisiones en el manejo de insumos y demás prácticas agrotécnicas.

Es importante también resaltar el interés creciente en adopción de alta tecnología en otras actividades, además de la agricultura extensiva tradicional, tales como el sector minifundista, la fruticultura y la ganadería, actividades en donde la tecnología de avanzada en electrónica tiene gran potencial.

Otros aspectos impulsados desde la generación y uso de prácticas de AP, y de la disponibilidad de gran cantidad de información georreferenciada, será facilitar la **trazabilidad de los procesos y productos en la producción agropecuaria**, dando posibilidad a la **gestión de precisión**.

En síntesis, **la red liderada por INTA pretende transformar a la AP en una herramienta de utilidad práctica que beneficie la producción, productividad y competitividad de la cadena de agroalimentos de Argentina y que lo logre con sustentabilidad social y ambiental.**

En el marco actual de análisis de estas tecnologías debe considerarse que Argentina, al igual que el mundo, se enfrenta a **nuevos paradigmas**, originados en el **encarecimiento y escasez de energía, agua y tierra**.

El Proyecto de Agricultura de Precisión, denominado ahora "**Tecnologías de Agricultura de Precisión para Mejorar la Eficiencia de la Producción Agropecuaria**", forma parte del Proyecto nacional de "**Procesos Tecnológicos para Agregar Valor en Origen en forma Sustentable**", que junto a otros proyectos forman parte de la estructura de **Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor de INTA**

El Proyecto de Agricultura de Precisión está compuesto por cuatro módulos:

- Tecnologías para el Equipamiento de la Agricultura y Ganadería de Precisión.
- Tecnologías para el Manejo Sustentable de Cultivos e Insumos por Ambiente.
- Tecnologías para el Manejo Sustentable de los Procesos de Cosecha de Granos, Forrajes y Cultivos Industriales.
- Tecnologías para el Manejo Sustentable de Procesos de Poscosecha de Granos, Forrajes y Subproductos Industriales.

### ***Procesos Tecnológicos para Agregar Valor en Origen en forma Sustentable***

El desarrollo de innovaciones tecnológicas en maquinaria y herramientas de Agricultura de Precisión no se detiene, el abanico de equipos disponibles que tiene el productor, para hacer más eficiente su sistema productivo, es amplio y se encuentra en permanente actualización. La generación de información va desde la caracterización de cada ambiente dentro del lote a través de un muestreo de suelo dirigido, pasando por el análisis de una imagen satelital, una fotografía aérea o un muestreo de NDVI, que le puede definir una refertilización de un cultivo hasta la obtención y análisis de datos de un mapa de rendimiento.

En Argentina la demanda en capacitación es alta, tanto en la operación de las herramientas como así también, y en mayor medida, en el análisis de la información obtenida a través de la Agricultura de Precisión. En este sentido el INTA organiza año a año un Curso Internacional de Agricultura de Precisión en INTA EEA Manfredi. Es un evento que integra un curso de capacitación con charlas en auditorios simultáneos, con talleres específicos de diferente nivel de capacitación en software, una muestra estática de maquinaria y herramientas específicas, junto a dinámicas a campo.



## ***Novedades y tendencias, en el mercado de maquinaria y herramientas de Agricultura de Precisión.***

En el rubro sembradoras una de las novedades más importantes, con altas expectativas de adopción en Argentina, es el sistema de amortiguadores para cuerpos de siembra. Se trata de una innovación desarrollada con la colaboración de técnicos del INTA que consiste en un sistema de amortiguación hidroneumático, que realiza un mejor copiado del terreno y permite una mayor uniformidad en la profundidad de siembra.

Son importantes los beneficios de la incorporación de un amortiguador hidroneumático al tren de siembra, ya que permite disminuir los efectos de la siembra a velocidades elevadas, algo que en nuestro país, por sembrar sobre rastrojos constituye una problemática importante. En la actividad a campo, es común ver un cuerpo de siembra que tiende a saltar a mayor velocidad y variabilidad del terreno, causando una alta desuniformidad en la profundidad y distribución de la semilla.

Actualmente, el mercado argentino de sembradoras dispone de productos que permiten reducir esta problemática, existe un sistema de pulmón neumático (Precision Planting) y uno de amortiguación hidroneumática (Agrometal/Baratero), ambos están siendo evaluados por el INTA en la Estación Experimental Manfredi.

En cuanto a sensores remotos, la novedad es que ya se encuentran instalados como herramienta de algunas empresas de servicios los equipos Green Seeker, WeedSeeker y Weedit. Green Seeker es una herramienta que permite diagnosticar de manera instantánea el NDVI (índice verde) de cultivos como trigo y maíz principalmente, a través de sensores activos, es decir que emiten su propia luz para reflejar y obtener la lectura del verdor actual del cultivo. Esto permite obtener un diagnóstico del estado nutricional de la planta y poder efectuar una refertilización en función de la demanda de la planta y del estado fenológico en que se encuentre. Es una tecnología que ya fue probada por especialistas del INTA, pero aún no ha logrado



gran adopción en el país. Esta línea de herramientas se completa con los sensores activos como WeedSeeker y Weedit, que tienen gran repercusión debido a la problemática actual de malezas resistentes y aplicación controlada de agroquímicos, especialmente en zonas periurbanas. Estos equipos están siendo utilizados en barbechos, ya que permiten detectar la presencia de malezas en el lote aplicando selectivamente el caldo utilizado, logrando ahorros de producto que están entre el 20 y el 50%, dependiendo del estado de infestación en que se encuentre el campo.

El sensor Weedit es un desarrollo holandés importando a nuestro país por la firma Geosistemas, la cual en conjunto con AGD (Aceitera General Deheza) está realizando pruebas para evaluar sus beneficios en diferentes situaciones de malezas. Los resultados de estos ensayos se publican en el sitio web: <https://agrotestigo.crowdmap.com/main>

Otro rubro que en estos últimos años logró un fuerte crecimiento con aumento de adopción es el de señales correctoras a través de antenas RTK. El sistema está compuesto por bases que permiten reducir el error del GPS a 2,5 cm, lo que convierte a una herramienta de amplia inclusión en implementos de gran ancho de labor, como sembradoras y cosechadoras principalmente.

En tecnología de aplicación y pulverización se puede destacar la novedad de la tecnología Seletron, que es un sistema electrónico que regula una boquilla o la combinación de las mismas automáticamente, para lograr la dosificación solicitada manteniendo la presión dentro de los límites ideales, en función de la velocidad de avance y en el menor tiempo posible. Esta tecnología es soportada por la computadora de pulverización Bravo 400S de Arag.

Desde hace algunos años existen equipos relacionados al muestreo y la caracterización de ambientes, que si bien ya fueron presentados años anteriores siguen marcando una innovación considerable en el área temática y su adopción seguirá en crecimiento. Se trata de la rastra de conductividad eléctrica (VERIS) y el muestreador hidráulico automatizado de la firma Verion, ambos implementos permiten caracterizar la variabilidad dentro de los lotes para planificar una posible aplicación variable de insumos.

Una innovación interesante de destacar presentada este año por la firma D&E es el sistema de gerenciamiento Conected Farm, un nuevo producto de Trimble que se trata de una plataforma web gratuita, que posibilita tener un seguimiento de las labores realizadas por los vehículos que están en el campo. Este sistema también



trabaja bajo plataforma Android, es decir que es posible gerenciar el funcionamiento del implemento que se encuentra en el campo, en tiempo real y a través del teléfono celular o una tablet. Connected Farm también permite generar mapas de límites, marcar situaciones en el campo y cargar valores de NDVI medidos por Green Seeker para obtener una dosis de nitrógeno recomendada en función del estado nutricional del cultivo.



Es importante destacar, como novedad, la presentación del sensor manual Green Seeker, con el cual se puede realizar un muestreo de manera dirigida en diferentes ambientes, dentro del cultivo, para obtener un diagnóstico nutricional sitio específico y de esta manera generar una recomendación de fertilización o refertilización, dependiendo del caso.

Si bien el monitor de rendimiento ya dejó de ser una novedad en Argentina, la gran adopción y la fuerte participación en el mercado hacen que el desarrollo de innovaciones, en este rubro, sea constante. Actualmente se puede destacar que la mayoría de los equipos nacionales envían de manera remota a una página web todos los datos sensados, un verdadero beneficio para el administrador del equipo que recibe la información en tiempo real, especialmente por la confiabilidad que brindan estando bien calibrados.

El mercado nacional actual tiene a las empresas Plantium, Exactagro y Sensor como referentes en el desarrollo local, sin descartar los equipos americanos que tienen amplia aceptación y logran buena competencia. La firma Plantium desarrolló un equipo que puede ser utilizado tanto para siembra, pulverización, piloto automático, computadora de dosificación variable y monitor de rendimiento, cambiando su configuración a través de un pendrive en función del implemento a utilizar. De esta forma el operario de la maquinaria se adapta a un solo formato de visualización y configuración que hace más simple su operación.

## Resultados obtenidos aplicando la Agricultura de Precisión y Buenas Prácticas

La brecha de conocimientos en la agricultura argentina puede generar pérdidas de hasta 6.700 kg de granos por hectárea, entre quienes son más o menos **eficientes**, en todos los casos, esas diferencias no están generadas por el grado de inversiones sino por falta de conocimientos y calidad de los procesos, que alcanzan la regulación y puesta a punto de la maquinaria y el manejo operativo. Así, la agricultura de precisión y el manejo de insumos y cultivos por ambientes son herramientas fundamentales.

“Con la **agroindustrialización de los granos** en origen se busca lograr mayores beneficios económicos y desarrollo regional por más trabajo. Esto debe ir de la mano del aumento en la eficiencia de producción”

Estudios realizados en INTA Manfredi bajo un cultivo de maíz, muestran las **pérdidas registradas en seis labores** (Cuadro 2) –barbecho, siembra, pulverización, diferenciación por calidad, cosecha y poscosecha– que evidencia, por caso, que en la primera labor un productor de altos ren-

dimientos puede perder unos 200 kg/ha mientras que, mal realizada, las mermas alcanzarían los 1.800 kg/ha. Así, la brecha de conocimientos arroja una diferencia productiva muy amplia: 1.600 kilogramos de pérdidas en un solo proceso.

**Cuadro 2:** Nivel de pérdidas estimado para cada labor absorbido por un productor de alto rendimiento y de bajo rendimiento. Análisis realizado en un cultivo de maíz de 11000 kg/ha.

Promedio de Pérdidas en Kg/ha en el cultivo de maíz			
Labor	Productor de Alto Rendimiento	Productor de Bajo Rendimiento	Diferencia entre pérdidas
Barbecho	200	1800	1600
Siembra	100	2700	2600
Pulverización	300	1000	700
Cosecha	150	600	450
Pos cosecha (almacenamiento)	Puede entregar directamente a puerto o a planta procesadora.	600	600
Total	750	6700	5950

El problema de las pérdidas comienza antes de la implantación, en el período de barbecho químico, cuando se acumula agua en el suelo. Con un milímetro de agua se producen en promedio casi 10 kg de grano de trigo, 18 de maíz y 8 de soja. Así, si un barbecho que permita almacenar 120 milímetros de agua útil equivaldría a rindes de 1.200 kg/ha en trigo, 2.160 en maíz y 960 en soja.

“Si el productor quiere sembrar en un suelo donde el agua almacenada está cercana al punto de marchitez para el cultivo y lo decide porque han llovido 20 milímetros, estará mermando su potencial ya desde la siembra”

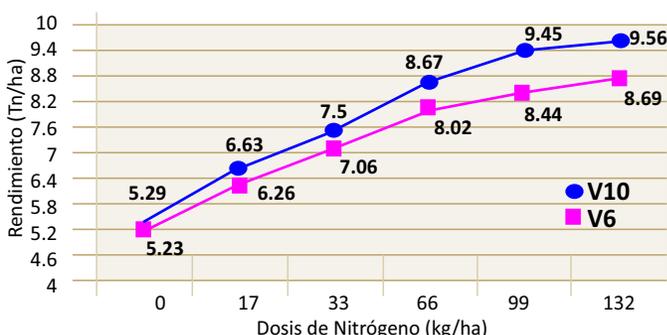
En la siembra, algunos cultivos son más vulnerables a los errores que otros. Ensayos en maíz realizados por INTA, cultivo susceptible a una mala implantación, se lograron diferencias de rendimiento muy significativas. “Con una **profundidad de siembra** de 6 cm y una **velocidad** de 9 km/h, versus un tratamiento de 3 cm y 6 km/h, la diferencia de rinde a favor de este último caso fue de 2.700 kg/ha” (Cuadro 3).

Con respecto a la **fertilización en maíz**, el estudio registró una diferencia promedio de mil kilogramos por hectárea más, al aplicar igual dosis de nitrógeno en la siembra que en las etapas V10-V12, antes de la floración (Gráfico 1). Además, también se realizaron ensayos donde “se pudieron cuantificar rendimientos en soja de 800 kg/ha comparando lo que se realiza normalmente y lo que se puede hacer ajustando el **distanciamiento entre surcos y grupos por ambientes** caracterizados”.

Por otra parte, el **momento de la cosecha** es un punto crítico: el ingreso tardío de la cosechadora al lote puede causar pérdidas muy significa-

**Cuadro 3:** Resultados de ensayo de Velocidad y Profundidad de Siembra.

Profundidad (cm)	Velocidad (km/h)	D.E.	Rendimiento (kg/ha)
6	4	6.2	9350
	6	5.2	9790
	9	10.3	8420
3	4	6.5	8050
	6	6.0	7280
	9	11.6	7080



**Gráfico 1:** Resultados de cosecha de Maíz arrojados por monitor de rendimiento en cada una de las parcelas y subparcelas.

tivas. “Si el momento es óptimo, las pérdidas totales deben mantenerse debajo de los 85 kg/ha en soja”. En este cultivo, “es muy común cosechar excediendo los límites máximos de la capacidad de la cosechadora y duplicar o triplicar las pérdidas a causa de ello”.

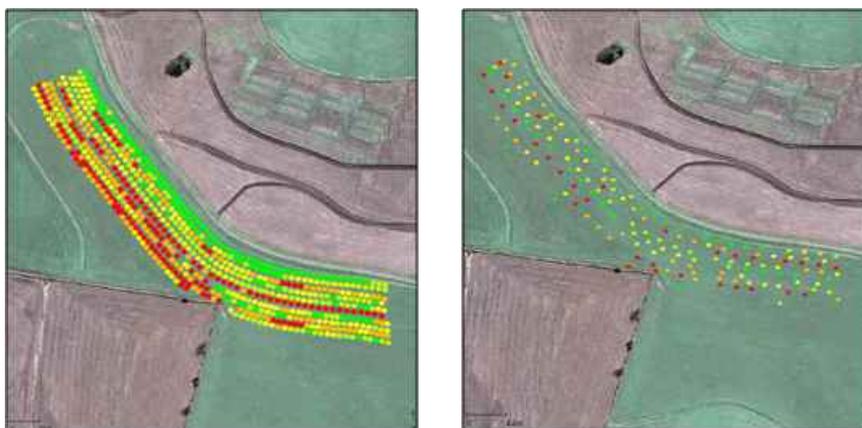
En Argentina, el promedio de **pérdidas durante la cosecha y poscosecha** supera el 12% y en algunos lotes alcanza el 20%. Si se almacenan en malas condiciones, como el exceso de humedad, o durante más tiempo del indicado, podrían ocasionar pérdidas del 30% en el peso de los granos, de acuerdo con los ensayos de INTA.

Por ese motivo, “los granos secos, sanos y limpios se conservan mejor” y antes de almacenarlos es importante separarlos según sus **diferentes calidades** en cuanto a **proteína y aceite**. “Este paso podría lograr la diferenciación en alimentos partiendo desde el lote, cuando existen ambientes muy distintos, lo cual permitiría lograr calidades que se encuentren dentro de parámetros aceptables para la transformación en proteína animal o bien para la producción de alimentos para consumo humano directo”. Este manejo es posible y el Proyecto de Agricultura de Precisión lo ha demostrado con numerosos ensayos, realizados en la línea de trabajo planteada desde 2006, utilizando el sensor de calidad de grano Zeltex AccuHarvest®. Con el mismo se ha logrado evaluar respuestas en rendimiento y proteína en un cultivo de trigo, utilizando variedades de distintos grupos de calidad y aplicando diferentes dosis de fertilización nitrogenada, concluyendo que la selección de genotipos, por grupo de calidad, y la adecuada fertilización, son necesarios para obtener altos rendimientos con calidad de comercialización (Cuadro 4).

**Cuadro 4:** Rendimiento (tn/ha) y proteína (%) del grano de trigo de diferentes materiales, en función de la dosis de fertilización

Dosis de N Kg ha <sup>-1</sup>	Variedades							
	BioINTA 1006		Klein Tauro		Klein Zorro		Promedio	
	Proteína	Rendimiento	Proteína	Rendimiento	Proteína	Rendimiento	Proteína	Rendimiento
0	9,1	3,10	9,6	2,77	9,6	2,59	<b>9,4 B</b>	<b>2,70 B</b>
70	10,3	4,22	9,8	3,54	10,0	3,78	<b>10,2 AB</b>	<b>3,64 A</b>
140	10,7	4,03	10,9	3,50	11,4	3,77	<b>11,1 A</b>	<b>3,75 A</b>
<b>Promedio</b>	<b>10,0 a*</b>	<b>3,78 a*</b>	<b>10,3 a</b>	<b>3,14 b</b>	<b>10,5 a</b>	<b>3,18 b</b>		

Letras distintas indican diferencias significativas



**Mapas de rendimiento y de proteína del lote de trigo bajo ensayo**

La agricultura está marcando un sentido o dirección claro, la automatización total o robotización será el futuro de la maquinaria, la cual permitirá variar fertilizante y densidad de semillas, per-

mitirá guiar en forma automática a los implementos a través de una línea virtual, realizar cortes por sección, detectar malezas y tratarlas individualmente, regular la velocidad de avance de la cosechadora en función del potencial de rendimiento, segregar el grano cosechado en función de la proteína, entre otras tantas actividades.

Trabajos realizados por INTA en el control selectivo en barbecho, utilizando Weed Seeker se ha medido un ahorro de hasta 48% de insumos en caña de azúcar, por aplicar los insumos según requerimientos específicos de cada unidad homogénea dentro del campo o lote (Cuadro 5).

**Cuadro 5:** Consumo en aplicación total vs. aplicación con el sensor óptico.

Porcentaje de cobertura con malezas	Aplicación en Superficie Total l/ha	Aplicación con Sensor óptico l/ha	Ahorro de Aplicación %
31,66%	14.00	7,30	<b>47.86%</b>
68,36%	14,52	10,75	<b>25.96%</b>



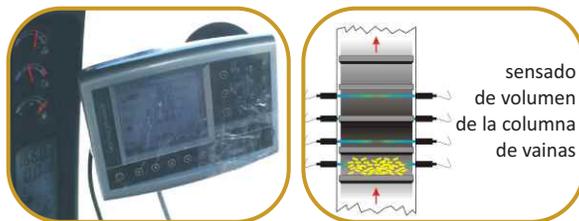
Los procesos que se realizan normalmente en el campo para lograr la producción primaria, se pueden trazar en tiempo real y agregar valor comercial a dicha actividad. Si a estos procesos registrados se los envía a un sitio web, donde se conozca lo que se hace, puede haber clientes de diversos países del mundo interesados en comprarlos.

Cuando se habla de trazabilidad de procesos se puede implementar con protocolos de trabajo y llevarlos a cabo, y a esas actividades poderlas exponer en una plataforma virtual como puede ser internet, una pc, una tablet o un teléfono móvil. Para ello se necesitarían herramientas de agricultura de precisión que tengan la posibilidad de registrar datos, almacenarlos y después bajarlos en algún sistema, donde puedan ser expuestos a los potenciales clientes o también que estos mismos equipos envíen en tiempo real la información a una plataforma virtual, donde puedan acceder los clientes interesados.

Como ejemplo se podría observar la actividad de un monitor de aplicación variable de insumos y monitor de siembra, el cual enviaría la información de lo que está realizando esa máquina en el campo. En dicha información podría exponerse la densidad de semillas por hectárea, la fertilización realizada por ambientes, la velocidad de trabajo, la hora de trabajo, el lote donde se está sembrando y fertilizando, operario, híbrido, tipo de fertilizante aplicado, etc. Este ejemplo es válido para pulverizadoras, fertilizadoras, cosechadoras, sensores de calidad de granos, etc. Lo cual teniendo todo el registro de las actividades se puede lograr la trazabilidad de los procesos (determinando como procesos a cada actividad relacionada con la producción de esos granos).



Un buen ejemplo, para lograr mejorar aún más la rentabilidad del **cultivo de maní**, es lo que se viene realizando durante las últimas dos cosechas de este cultivo, con una cosechadora equipada con **monitor de rendimiento volumétrico** de la firma Abelardo Cuffia. El maní posee denominación de origen



(maní de Córdoba), posee trazabilidad en todo lo que respecta a industrialización, pero no cuenta con la trazabilidad de procesos desde la siembra a la cosecha de los granos en cuanto al uso de monitores de AP, y si se decidiera realizar esa trazabilidad seguramente mejoraría la relación con el precio, dado que el producto está más diferenciado. Hoy se cuentan con las herramientas para lograrlos, sólo falta aplicar la idea. Monitores de siembra con registro de datos y envío en tiempo real existen, pulverizadoras con el mismo sistema también existen, monitor de rendimiento que brinda la productividad del cultivo por ambiente también existe, sólo resta la decisión de aplicar la trazabilidad de procesos.

## Protocolo de Red de ensayo

Con la idea de hacer extensivos los resultados de las experiencia logradas en INTA, se hace abierta la participación a todos los interesados en incurrir en esta tecnología y que estén dispuestos a realizar sus propios ensayos bajo la tutela del Proyecto de Agricultura de Precisión, con el objetivo de expandir aún más el conocimiento en la aplicación variable de insumos en cultivos de soja, sorgo, trigo y maíz.

Esta iniciativa se rige bajo un **Protocolo de Red de Ensayo**, de Agricultura de Precisión con el fin de estandarizar la metodología en cuanto al relevamiento de los principales factores de producción en forma común, para que al experimentar en diferentes situaciones agroecológicas y de suelo se puedan confrontar los resultados.

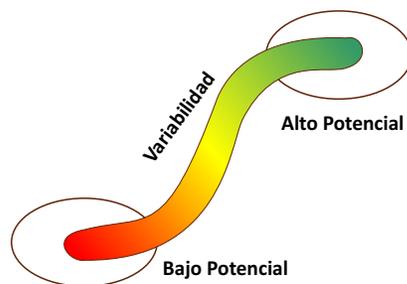
Las diferentes experiencias llevadas a cabo bajo el protocolo, finalmente serán asociadas bajo una plataforma WEB, potenciando el valor científico que poseen individualmente cada uno de los ensayos, logrando en conjunto un aporte importante para el conocimiento de esta herramienta.

Todos los ensayos que hayan cumplido con el protocolo estarán avalados por el INTA, y se publicarán el libro del curso de agricultura de precisión y máquinas precisas que se realiza anualmente.

### Descripción del protocolo

El protocolo debe comenzar con la **delimitación de la variabilidad** del lote, es decir, trazar las líneas que separan los sectores del lote, con diferentes características de suelo, y que por ende poseen diferentes requerimiento de manejo.

**La selección de las dos zonas contrastantes** se realiza para simplificar la metodología y concentrarse, en cuanto a las variables a determinar en las dos zonas seleccionadas. Las zonas contrastantes deben tener el tamaño suficiente como para que “entre” el implemento (sem-



bradora, fertilizadora, pulverizadora) que generará el tratamiento. Una vez delimitadas las zonas, cada una de ellas se debe caracterizar, mediante el **muestreo de suelo** dirigido que consiste en tomar muestras guiado con GPS en donde previamente tiene cargado las coordenadas de los lugares de interés.

El muestreo de suelo sirve para determinar fertilidad química, limitantes físicas y contenido de agua disponible en el perfil de exploración radicular. Esto se debe hacer en presiembra inmediata.

Parámetros Químicos	Unidad	Muy Bajo	Bajo	Adecuado	Alto
M.O. (Walker y Black micro)	%	< 2,0	2,0-2,5	2,6-3,2	3,3-4,0
Nitrógeno Total (NT)	%	0,11	0,12-0,13	0,14-0,15	0,16-0,18
N-Nitratos (Harper mod.)	ppm	< 10	10-15	16-20	21-30
Fósforo (Bray y Kurtz)	ppm	< 10	10-17	18-30	31-50
S-Sulfatos (Turb.)	ppm	< 6	6-10	11-15	16-20
Ph actual (1:2,5)		< 5,5	5,5-6,5	6,6-7,2	7,3-8,5
Conductividad eléctrica	mmhos/c m	< 1	< 2	< 4	< 8
CIC o valor T	meq/100g	< 8	8-12	13-20	21-30
Cálcio	% Valor C,I,C	< 50	50-60	61-75	76-80
Magnesio	% Valor C,I,C	< 5	6-8	9-10	11-13
Potasio	% Valor C,I,C	< 1	1-2	3-5	5-8
Sodio	% Valor C,I,C	< 1	1-5	6-10	> 15

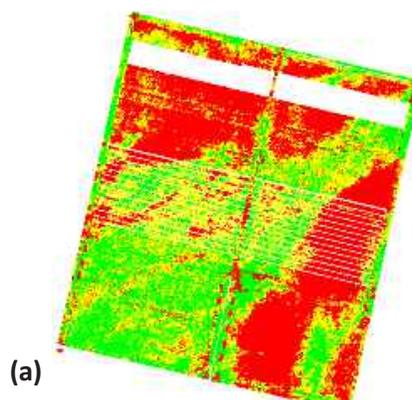
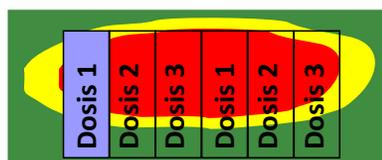
**Tabla 1:** Datos analíticos a solicitar y clasificación de niveles

Fuente: INTA

Una vez delimitadas la zonas, y caracterizadas a través del muestreo de suelo, se debe **cruzar la variabilidad con cada dosis de fertilizante o densidad de siembra en forma fija**.

En el momento en que se siembra, se comienzan a **registrar las precipitaciones** hasta madurez fisiológica, este dato junto con el dato de cantidad de agua en el suelo del análisis, es uno de los factores más importantes de producción y el que va a explicar en gran medida los resultados del ensayo.

**Para la recolección de datos, se utiliza el monitor de rendimiento**, correctamente calibrado, como el elemento de recolección de datos y **se evalúan las pérdidas** de cosecha, en cada tratamiento para descartar el factor “regulación de cosechadora” como una fuente de error, ya que se cosechará el cultivo en diferentes condiciones, en cuanto a la estructura de la planta, y diferentes relación entre grano y hoja+tallo con la misma configuración de corte, trilla y limpieza.



**Figura 1:** (a) monitoreo de rendimiento (b) valores correspondientes a cada color.

Las principal tecnología a testear en forma “sitio específica” es la fertilización y densidad de siembra en trigo, maíz, soja, girasol y sorgo. En soja se pueden estar haciendo ensayos sobre reposición del rendimiento al espaciamiento entre surcos utilizando diferentes variedades. Por otro lado, en “fertilización”, tanto en soja, maíz o trigo, es importante encontrar la curva de reposición completa, para ello es necesario la dosis 0 (cero) del fertilizante a probar y la dosis más alta, con la cual se está seguro de no poner en déficit al cultivo. Entre la dosis más baja y la más alta, toda la gama posible ejemplo: 0, 50, 100, 150, 200 kg/ha de N, por ejemplo en maíz y trigo, y dependiendo el ambiente donde se realicen los ensayos, dado el potencial productivo de los cultivos y la forma de aplicación del fertilizante. En semillas la metodología es la misma, partiendo de la densidad mínima posible.

## Resumen:

### **Datos a tener en cuenta a los que se enfrentan los usuarios de Agricultura de Precisión según el tiempo de adopción.**

Según encuestas realizadas por INTA Paraná, el uso de técnicas de Agricultura de Precisión ha sido motivado, para disminuir el costo de producción, incrementar el beneficio económico y mejorar la gestión de la maquinaria. Además quienes producen o asesoran superficies mayores a 5000 ha, buscan aumentar el conocimiento del sistema de producción a través de las distintas prácticas de AP.

El rol del INTA ha sido destacado en la difusión de estas técnicas a través del tiempo, sin importar la superficie que trabaja o asesora el encuestado, cerca del 80% conoció la temática de la AP desde el INTA, notándose su presencia, tanto en usuarios de más de 10 años como en los más recientes. También se suman al aporte del conocimiento las Universidades, AACREA, AAPRESID y empresas privadas, entre otras.

De manera mayoritaria (70%), surgió que uno de los aspectos que permitirá mejorar la utilización de las herramientas y tecnologías de AP es la capacitación para profesionales y operarios. Asimismo, el 50% mencionó la necesidad de contar con una mayor información agronómica y la generación de instancias de intercambio y discusión entre usuarios de AP.

Un dato relevante, es que si bien el porcentaje de utilización de AP es alto, la mayor proporción de usuarios han tomado contacto reciente con las técnicas, el 80% de los casos hace menos de 6 años que usa la AP. En muy escasa proporción estas técnicas son utilizadas desde hace más de 6 años.

Este relevamiento evidencia el rol preponderante del INTA en la difusión de la Agricultura de Precisión. También se pone de manifiesto la importancia de la continuidad de las capacitaciones, generando nuevas instancias y modalidades de intercambio, orientadas a los profesionales y operarios de la maquinaria, para asegurar la calidad tanto del procesamiento como de la información que se genera en el campo. También será relevante ampliar e intensificar el trabajo de los próximos años, para incrementar el conocimiento agronómico de los sistemas de producción precisos, adecuando la información a las necesidades de los territorios que abarca el Proyecto de Agricultura de Precisión.



Proyecto de Cosecha, Postcosecha de Granos y Forrajes, y Valor Agregado en Origen

- Inicio Proyecto Informes Ensayos Agenda Publicaciones Links El Equipo

12º Curso Internacional de Agricultura de Precisión Expo de Máquinas Precisas

4ª Jornada de Forrajes Conservados - Recopilación de Producciones Técnicas PDF de Descarga Gratuita

Más de 2000 personas (7 países), 48 empresas en muestra estática, 23 regiones específicas en dinámica, 22 disertantes de primer nivel...

4ª Jornada Nacional de FORRAJES CONSERVADOS Carne y leche de precisión con valor agregado en origen

Agroindustria en Origen

Informes Técnicos. Alzorro de la aplicación de efuentes de Feed List como biofertilizantes sobre el rendimiento del cultivo de maíz...

Visión Futura del País y la Producción del Agro. Más valor agregado en origen con más productores integrados a la cadena de valor...

Estudio de Factibilidad para la Instalación de un Molino Harinero

Bioenergía y Agroalimentos, oportunidad para el productor agropecuario argentino



Informe: El Biogas Proyecto INTA PRECOP - P.E. Agregado de Valor en Origen



4ª Jornada Nacional de Forrajes Conservados. Recopilación de Producciones Técnicas

Evolución del Sistema Productivo Agropecuario Argentino 2012

Eficiencia de Cosecha de Girasol con Valor Agregado en Origen

VIAJES DE CAPACITACIÓN: Informe del Viaje a la EIMA, Italia - Noviembre de 2012

23º Viaje de Capacitación Técnica a los EEUU INTA / CDOVAECO

Viaje a FINA 2012 - Zaragoza, España

Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

21º Viaje de Capacitación Técnica a los EEUU INTA / CDOVAECO

Últimas Actualizaciones del Sitio

30-04 La Tecnología Argentina del Huella en África

08-05 15 de mayo: Presentación: Evaluación de Daño por período de cosecha en la provincia de La Pampa en la campaña 2011/12

03-05 09 de mayo: 3ra. Jornada de Eficiencia de Cosecha Integral en Caña de Azúcar

06-05 04 al 08 de noviembre: III Curso Internacional de Actualización Técnica en Postcosecha de Granos

Cosecha

Videos



Ver todos los Videos de Cosecha de Trigo

Informes Técnicos. Más Pérdidas de Cosecha de Soja impactan hasta en 40% del Margen Neto de Producción

El avance de los maíces resistentes a herbicidas en los sistemas agrícolas. ¿Preferimos controlarlo?

Cosecha de Trigo. Cómo regular la cosechadora para la Campaña de Grano Fino

Puesta a punto de la Cosechadora Triquera / Cebaca

Cómo regular la cosechadora para trabajar en trigo afectado por Fusarium

Evaluación y Valoración Económica de Pérdidas por Cosecha Mecánica en el Cultivo de algodón

Cosecha eficiente de Cítricos. Factores a tener en cuenta para cosechar Cítricos con menos pérdidas

Eficiencia de Cosecha de Garbanzo

Desarrollo Vegetal. Descarga de un informe en cuenta para aumentar la Eficiencia de Cosecha

Cultivos Leguminosas. Efecto de diferentes Cultivos Antecesoros en el cultivo de maíz y de la Soja de Segunda 2010-2011

CONVENIOS INTERNACIONALES. La Tecnología Argentina del Huella en África

CONVENIO KAZAKHSTAN - ARGENTINA. Una técnica de delegación de Kazakstan por Argentina

Visita y recorrida técnica de 11 productores sudamericanos por Argentina

WHISON A INGLA. Información general. Agricultura, Producción de Granos, mapa de agricultura, entrevista al embajador

Material del 1º Congreso de Valor Agregado en Origen y 11º Curso Internacional de Agricultura de Precisión

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

AGRICULTURA DE PRECISION. Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA

Postcosecha

Informes Técnicos

Preparándose para almacenar la cosecha gruesa - 2013

Preparándose para almacenar la fina

Diseño y Desarrollo de un Controlador Económico para la Aireación de los Granos Almacenados

Uso de Ozono como alternativa para control de plagas en granos almacenados

Preparándose Para Almacenar la Cosecha Gruesa 2011

Preparándose para almacenar la gruesa

¿Cuánto Combustible se consume en Argentina para secar granos?

Manejo en la Postcosecha de Cítricos/Cañita

Informes de PRECOP en sitio web de INTA Balcarce

Herramientas de Postcosecha

Calculador de merma por humedad

Calculo del contenido de humedad de equilibrio

Publicaciones

Alta Contenido de Humedad en Bolsas Plásticas

Calidad

Trabajos presentados en la Primera Jornada de Calidad Industrial de Soja

Calidad de la Soja para el Proceso de Extracción-Premsado

Inhibidores de tripsina en complejo soja: Relevamiento

Inhibidores de tripsina en complejo soja: 1ra Prueba Crecimiento

- Effecto de Niveles Crecientes de Inhibidores de Tripsina en la Dieta sobre el desempeño de las Aves

Ver todos los Trabajos presentados en la Jornada...

Importancia de la Calidad de la Materia Prima Soja

Humedad de la Semilla como Atributo de Calidad

Hoja. Calidad de Semilla 2010

Reservas

Regulación de la Sembrabilidad

Buscador del Sitio

Contacto

Redes Sociales

Encuesta

Descripción del Proyecto

Publicaciones



[www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org) La página de Agricultura de Precisión de habla hispana más consultada.

**INTA EEA Manfredi:** (03572) 493039/53/58

Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini  
bragachini.mario@inta.gov.ar  
precop@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Andrés Méndez - agriculturadeprecision@yahoo.com.ar  
Ing. Agr. Fernando Scaramuzza - ferscara@hotmail.com  
Ing. Agr. Juan Pablo Vélez - jpablovelez@gmail.com  
Ing. Agr. Diego Villarroel - diegodvillarroel@gmail.com  
Mauro Bianco Gaido - biancogaido@correo.inta.gov.ar

**AER General Cabrera:** (0358) 4931434/4930052

Ing. Agr. Darío Boretto - ingdarioboretto@gmail.com

**INTA EEA Paraná:** (0343)4975200 int.236/(0343)154050196

Ing. Agr. M.Sc. Ricardo Melchiori - rmelchiori@parana.inta.gov.ar  
Ing. Agr. M.Sc. Alejandra Kemerer - akemerer@parana.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Susana Albarenque - salbarenque@parana.inta.gov.ar

**AER Diamante:** (011)1567946392

Ing. Agr. Juan Manuel Pautasso - pautasso.juan@inta.gov.ar

**INTA EEA Reconquista**

Ing. Agr. Luciano Mieres Venturini - mieres.luciano@inta.gov.ar

**INTA EEA Marcos Juárez:** (03472)425001-int 123/163

Sebastián Muñoz - smunoz@mjuarez.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Olga Gudelj - olgagudelj@mjuarez.inta.gov.ar

**AER Justiniano Posse:** (03534)471331

Ing. Agr. Alejandro Saavedra - intajpos@nodosud.com.ar  
Ing. Agr. Lisandro Errasquin - precopjpos@nodosud.com.ar  
Ing. Agr. Ricardo M. Alladio - malladio@mjuarez.inta.gov.ar

**INTA EEA Pergamino:** (02477)431250

Ing. Agr. Ramón Solá - rsola@pergamino.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Gustavo Ferraris - nferraris@pergamino.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Manuel Ferrari - ferrari.manuel@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Andrés Llovet - allovet@pergamino.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Ricardo Llorente - llorente.ricardo@inta.gov.ar

**AER Bolívar:** (011)1530275967

Ing. Agr. Gonzalo Pérez - perez.gonzalo@inta.gov.ar

**AER Tandil**

Ing. Agr. Marcelo López de Sabando - mlopezdesabando@pergamino.inta.gov.ar

**INTA EEA Balcarce:** (02266)439100

**Chacra Exp. Integrada Barrow:**(02983)431081/083  
Ing. Agr. José Massigoge - jmassigoge@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Fernando Ross - fross@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Nahuel Peralta - nperalta@balcarce.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Marisa Domenech - domenech.marisa@inta.gov.ar

**INTA EEA General Villegas:** (03388)421284-422515-833

Ing. Agr. Cecilia Justo - cjusto@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Miriam Barraco - barraco.miriam@inta.gov.ar

**INTA Central:** (011)43384600 int.2038

Ing. Agr. Carlos Fernández Alsina - calsina@correo.inta.gov.ar

**INTA EEA Castelar**

**Instituto de Ingeniería Rural**

Ing. Agr. Gerardo Masiá - gmasia@cni.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Ramiro Cid - rcid@cni.inta.gov.ar  
Ing. Elect. M.Sc. Andrés Moltoni - amoltoni@cni.inta.gov.ar

**INTA EEA Rafaela:** (03492)440121/5 int.116 y 136

Ing. Agr. M.Sc. Sebastián Gambaudo - sgambaudo@rafaela.inta.gov.ar  
Ing. Agr. M.Sc. Nicolás Sosa - nsosa@rafaela.inta.gov.ar

**AER Roldan:** (011)1524545161

Ing. Agr. Guillermo Gerster - gerster.guillermo@inta.gov.ar

**AER Las Rosas:** (011)1524545261

Ing. Agr. Ricardo Paganni - paganni.ricardo@inta.gov.ar

**INTA EEA Salta:** (0387)4902224/4902087/4902081

Ing. Agr. M.Sc. Mario De Simone - mdesimone@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Gabriela Valdéz - gvaldez@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Adriana Godoy - aigodoy@correo.inta.gov.ar

**INTA EEA Anguil:** (02954)495057 int.133

Ing. Agr. Néstor Juan - njuan@anguil.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Mauricio Farrel - mfarrel@anguil.inta.gov.ar

**AER General Pico:**

Ing. Agr. Eugenia Margarita Ghironi - ghironi.eugenia@inta.gov.ar

**INTA EEA San Luis:** (02657)422616/433250

Ing. Agr. Benito Coen - abcoen@sanluis.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Juan Cruz Colazo - jccolazo@sanluis.inta.gov.ar

**INTA EEA Famallá:** (03863)461048/49 int.131

Ing. Agr. Luis Vicini - vicini-le@arnet.com.ar  
Ing. Agr. Ricardo Rodríguez - rirodriguez@correo.inta.gov.ar

**INTA EEA Sáenz Peña:** (03732)421781/722

Ing. Agr. Vicente Rister - vrister@chaco.inta.gov.ar

**INTA EEA Las Breñas:** (03731)460033-460260

Ing. Agr. Marcelo Pamies - mepamies@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. Ulises Loizaga - uloizaga@correo.inta.gov.ar  
Ing. Agr. José Tarrago - tarrago.jose@inta.gov.ar

**AER Tres Islotas:** (03732)461168

Ing. Agr. Héctor Rojo Guiñazú - hguinazu@correo.inta.gov.ar

**INTA EEA Alto Valle:** (0298)4439000

Dr. Carlos Magdalena - cmagaldalena@correo.inta.gov.ar

**INTA EEA Luján de Cuyo:** (0261)4963020-4963320

Ing. Agr. Marcos Montoya - mmontoya@mendoza.inta.gov.ar

**INTA EEA Concepción del Uruguay:** (03442)425561

Ing. Agr. M. Sc. Hernán Ferrari - hferrari@concepcion.inta.gov.ar

Programa Nacional Agroindustria y Valor Agregado  
Módulo de Tecnologías de Cosecha de Granos



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación