

200 Millones de Toneladas de Cereales, Oleaginosas y Legumbres

“La agricultura es la madre fecunda que proporciona todas las materias primeras que dan movimiento a las artes y el comercio”. Manuel Belgrano.

Maquinarias y Nuevas Tecnologías ‘Agtech’

Diciembre 2021



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

Maquinarias y Nuevas Tecnologías 'Agtech'

ÍNDICE

SITUACIÓN ACTUAL, SUPUESTOS DE LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA	2
TECNOLOGÍA EN SIEMBRA	6
TECNOLOGÍA EN PULVERIZACIÓN	10
TECNOLOGÍA EN FERTILIZACIONES	11
SITUACIÓN ESPERADA	14
TECNOLOGÍA ESPERADA EN SIEMBRA	16
TECNOLOGÍA ESPERADA EN PULVERIZACIÓN	17
TECNOLOGÍA ESPERADA EN FERTILIZACIÓN	18
PROPUESTAS EN GENERAL	19
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	20
SIEMBRA	20
PULVERIZACIÓN	23
FERTILIZACIÓN	27
PROPUESTA Y ANÁLISIS DE FINANCIAMIENTO COMO POLÍTICA ACTIVA PARA LA ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA "AGTECH"	30
RESULTADOS ECONÓMICOS A NIVEL PRODUCTOR Y CONTRATISTA	30
VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA TECNOLOGÍA AGTECH	34
FUENTES CONSULTADAS	38



Situación actual, supuestos de la adopción de tecnología

Existe consenso a la hora de establecer que la situación actual de la producción global de alimentos está caracterizada por dos escenarios. Por un lado, nos encontramos con el aumento de la población a nivel mundial, que actualmente ronda los 7.200 millones de habitantes y se estima que hacia el 2050 llegaría a los 9.000 millones de personas. Este aumento de la población traerá aparejado una mayor demanda de alimentos que FAO estima cercana al 70%.

El otro escenario está expresado por una sociedad que exige cambios al sector agroalimentario reclamando que realice “ajustes” para asegurar una producción sostenible, o sea aquella que permita satisfacer de manera continua y equitativa las crecientes necesidades de la población mundial focalizando varios aspectos por resolver y mejorar como el uso de los fitosanitarios, la deforestación o los monocultivos. Esta mirada acota los márgenes de tolerancia en temas vinculados a la contaminación, la degradación de los suelos, la pérdida de biodiversidad, o las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estas demandas sociales y globales se vuelven mucho más críticas desde algunos sectores que vinculan a la producción agropecuaria con la degradación ambiental.

En síntesis, hoy la sociedad le demanda al sector agroalimentario innovaciones para ampliar su producción y darle valor agregado, al tiempo que pide un desarrollo equilibrado de los territorios, el cuidado del medioambiente, el uso racional de los recursos y el respeto por todos los seres vivos.

En este contexto se desarrollará la producción de las próximas décadas y, en esta situación, nuestro país cuenta con fortalezas para enfrentar el desafío cuando ponderamos la diversidad de climas y suelos, el capital humano especializado aplicado al sector, la implementación de innovaciones como la siembra directa, la biotecnología y las nuevas tecnologías de información unidas a la agricultura de precisión que permiten reducir el impacto ambiental de la actividad.

Es a partir de estas aptitudes que se debe demostrar que la producción no es sinónimo de degradación ambiental ya que el correcto manejo de los agro-eco-sistemas permitirá satisfacer las futuras demandas de productos de origen agropecuario, al tiempo que se reducirán los efectos negativos sobre el ambiente.

Está demostrado que la agricultura tiene una importancia estratégica en la economía argentina y la creciente demanda mundial de productos agropecuarios constituye una gran oportunidad para el desarrollo equitativo de todas las regiones del país a través de la producción primaria y, principalmente, del agregado de valor y de la agroindustria.



Las herramientas que atiendan estas demandas sociales permitirán avanzar en el camino correcto y, se encuentran contenidas en el término "Agtech", que surge al combinar dos palabras del inglés, "technology and agriculture".

"Agtech" se puede definir de manera sencilla como un conjunto de nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de producción agropecuarios, que aportan soluciones, incrementando la productividad, la eficiencia y la rentabilidad pero al mismo tiempo disminuyendo el impacto ambiental.

Por eso, "Agtech" involucra a la tecnología y la incluye dentro del concepto de "Agricultura de Precisión (AP)" que hoy permite que los productores y contratistas inviertan para mejorar la calidad de sus servicios a la vez que promueven el aumento de los rendimientos en los diferentes cultivos y reducen los costos haciendo más competitivo su trabajo mejorando la relación con el medio ambiente y la sociedad.

Estamos en un momento en el cual se viene desarrollando un proceso de comprensión, aceptación y adopción de la tecnología por parte de los productores. Ellos, en una importante proporción, han comprendido que están ante una herramienta capaz de incrementar los resultados agronómicos de los campos. A esta situación hay que aprovecharla, para difundir masivamente sus virtudes y ventajas, y así llegar a aquellos que aún no han terminado de comprender y por ende no la utilizan.

Es indudable que son los consumidores quienes permanentemente demandan y esto ha "traccionado" el desarrollo, difusión e implementación de diferentes modelos que buscan una mayor integración entre los distintos eslabones de la producción con el fin de satisfacer estas exigencias.

Hoy en día la relación entre las nuevas tecnologías y el sistema agropecuario e industrial es palpable. Todas las aplicaciones tecnológicas están logrando penetrar en nuestro mundo cotidiano y cada día logran un mayor interés y relevancia por parte de los usuarios. Esta situación también se dio en el sector agropecuario donde en un primer momento se encuadró como "agricultura de precisión". Actualmente ha cobrado un mayor peso y ha excedido este concepto para abarcar todos los eslabones de la cadena productiva tomando nombres de los más variados en función del área de incidencia de cada una de las "techs".

De esta forma las "Agtechs" han logrado desarrollarse y facilitar múltiples áreas de acción del sector agropecuario, creando un verdadero ecosistema y adoptando denominaciones simples como:

Agtech + Fintech o Tecnología Financiera donde se aplican nuevas tecnologías a actividades financieras y de inversión para el sector agroindustrial ofreciendo aplicaciones, procesos, productos o modelos de negocios puestos a disposición vía Internet.



Agtech + gobtech: permiten avanzar en trazabilidad, transparencia de mercados y precios de insumos, control de envases y uso de agroquímicos, control en el uso de semillas permitidas comercialmente, disponibilidad de alimentos y su distribución, control comercial de productos, control fiscal.

Agtech + biotech: permiten el control sanitario, alertas tempranas, monitoreo de contaminación, disponibilidad de biomasa para energía, secuestro de carbono, etc.

Esta enorme cantidad de herramientas están siendo adoptadas rápidamente por muchos empresarios del agro ya que les facilita su trabajo y aumentan la productividad permitiendo además vincularse con las grandes empresas y los consumidores finales que exigen estos canales como medio de interacción.



Ecosistema AgTech

Digitalización del Agro



Plataforma de Comercialización



Software de Control y Robotización



Innovaciones productivas



Industria 4.0 Mejoras Tecnológicas Genéticas



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

A este universo en crecimiento se sumarán nuevas herramientas tecnológicas que todavía no están al alcance o que, en alguno de los casos, no están validadas. Algunos ejemplos son herramientas relacionadas con la “toma de decisiones”, el control de labores y satelital de malezas, trazabilidad de la tierra, traslado de granos y estimaciones de rindes entre otras.

En cuanto a la tecnología disponible en Argentina se puede decir que nos encontramos utilizando en gran parte lo mismo que países desarrollados como EE.UU., Australia, Inglaterra o Alemania, entre otros. Pero en lo que respecta a robotización y automatismo de la maquinaria agrícola nos encontramos por debajo en desarrollos de países como pueden ser Japón, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia y algún otro país como por ejemplo Chile en algunas producciones.

Por todo lo antedicho queda claro que la situación actual refleja un desarrollo y adopción de tecnología muy importante y pensando en los desafíos futuros se deberían identificar, analizar y exponer en profundidad los problemas que aún enfrenta el sector tomando como punto de partida la confección de una base de datos de “Agtechs -startups” con el fin de vincular y validar estas tecnologías.

Tecnología en Siembra

Actualmente las sembradoras equipadas con tecnología de monitoreo, dosis variable, corte de sección por surco, control de presión en los cuerpos y mejora en los sistemas de distribución, permiten lograr mejoras en los rendimientos de todos los cultivos extensivos. Prueba de ello son los numerosos ensayos de maíz que han demostrado aumentos en el rinde de hasta 3.000 kg/ha mientras que en soja lograron cuantificar mejoras entre 200 a 500 kg/ha. En trigo también se han obtenido mejoras en la implantación impactando positivamente en el rendimiento especialmente en planteos de siembra con altos volúmenes de rastrojo en el suelo.

A continuación se detallan las diferentes opciones de tecnología disponible para “siembras precisas” que se encuentran en el mercado y cuáles son los beneficios que los contratistas y/o productores obtienen con su utilización.

En este tema existe cierto nivel de complejidad para diferenciar entre las herramientas tecnológicas disponibles porque los resultados varían según se trate de siembra de “granos finos” o “de granos gruesos”. Entre granos gruesos las sembradoras de soja y de maíz se presentan cada una con sus diferentes prestaciones.

Por eso, si se considera el cultivo de maíz, se busca que la sembradora realice una distribución homogénea tanto en la distancia entre semillas como en la profundidad de siembra. Esta exigencia también se ajusta para la Soja sobre todo si la semilla es comprada y no guardada por el productor como “bolsa blanca”. Por otra parte, para sembradoras de grano fino/soja, lo que más relevancia ha alcanzado actualmente como



prestación es la configuración y flexibilidad de la máquina para adaptarse al cambio cuando se la requiere para la siembra de diferentes cultivos.

En el terreno de las sembradoras específicas para maíz o maíz/soja, ya los componentes que se buscan son los que permiten lograr mejoras en la "calidad de siembra". Argentina cuenta con empresas que proveen estos sistemas, aunque también empresas de EEUU poseen sistemas muy difundidos y que ya vienen incorporados en muchas máquinas desde la fábrica o como opcionales.

Entre la variedad de dispositivos existentes encontramos desde los más simples a los más complejos y es, en esta característica, que varía su popularidad y utilización. Por ejemplo, un monitor de siembra es un producto de los más simples y más difundidos entre los usuarios, y permite hacer una trazabilidad del proceso en tiempo real, guardando los datos internamente o en un dispositivo para luego bajarlo y evaluarlos en una computadora.

Existen otros sistemas más complejos y más caros - tanto nacionales como importados - como la dosificación variable, el corte de sección de siembra, los sistemas de copiado de terreno, los que relevan datos de suelo mientras se siembra, los distribuidores modernos de semilla con innovaciones o los motores eléctricos para el accionamiento de los elementos de distribución. La aplicación de estos últimos cambia el concepto de una sembradora convencional permitiendo que cada cuerpo de siembra actúe de manera independiente a los demás, pudiendo "configurar" la sembradora como uno lo desee en tiempo real.

Los beneficios de algunos de estos dispositivos y sus utilidades se describirán a continuación dejando siempre bien en claro que todo elemento de control debe ser considerado de gran valor sin importar los potenciales de rendimiento entre zonas ni cultivos dado que evitan errores durante la siembra que son costos que se pagan caro si no son corregidos a tiempo.

Monitor de siembra

Los monitores de siembra son tal vez uno de los equipamientos que más años llevan instalándose en las sembradoras, las prestaciones han ido mejorando año tras año. Comenzaron siendo equipos importados y en el corto plazo varias empresas argentinas lograron equiparar las prestaciones que tenían los monitores que venían desde EEUU. Estos equipos, en general, son en un alto porcentaje de origen nacional y se instalan como opcionales. Las funciones que cumplen son; controlar la caída de semillas en cada caño de bajada de la sembradora, identificar surcos donde no caen semillas alertando al operario, guardar los datos de velocidad de siembra y avisar mediante una alarma si se supera la velocidad deseada. Así se logra generar una trazabilidad mediante el GPS que puede ser almacenada en cualquier dispositivo como pen drive, tarjetas SD o memoria interna o bien se puede



“enviar a una nube” en caso de contar con red celular. Los productores y los contratistas entendieron que este equipamiento “no puede faltar en una sembradora” y, por ello, prácticamente toda máquina relativamente nueva tienen un monitor de siembra.

Sistema de corte por sección

El sistema de corte por sección es una herramienta de mucha utilidad dado que en “el peor de los casos” el ahorro de semillas es del 2%, pudiendo llegar a más del 5% en lotes más irregulares. No solo produce un ahorro ya que evita la superposición de las mismas, sino que garantiza una buena distribución con la consecuente reducción de la competencia intraespecífica gracias a la excelente uniformidad en el plano del terreno logrando una siembra perfecta. A su vez, se complementa con un sistema de guía automática que permite que cada “pasada” quede perfectamente paralela a la siguiente permitiendo así que el software tenga la señal correcta de corte en cada superposición.

En la siguiente figura se puede observar como una curva en el terreno provoca el corte de los motores eléctricos uno a uno para evitar superposiciones en las diferentes pasadas de siembra. Este sistema de corte por sección es de origen nacional y logra detener de manera individual surco por surco gracias a la tecnología de motores eléctricos independientes desarrollada por el fabricante.



También existen sistemas de corte mediante embragues en cada cuerpo de siembra que “acoplan” o “desacoplan” según la señal que reciben de la acción conjunta del software con el GPS que detectan superposición o no.



Como se muestra en esta figura cada embrague va instalado según la cantidad de cuerpos que se quieran cortar en la sembradora. Estos sistemas de corte permiten lograr siembras perfectas gracias a la “no superposición” de semillas en el campo.



Dosificación variable

El sistema de dosificación variable es un producto muy interesante y rentable cuando el usuario tiene “información por ambientes” del campo. Si se compra sin este conocimiento acerca de la variabilidad de los suelos se convierte en “un gasto más que en una inversión”.

Este tipo de monitores entrega mediante una prescripción o recomendación la cantidad de semillas y kilogramos de fertilizantes a poner en cada sector del campo. El monitor que lee la prescripción es un actuador que produce el cambio en las vueltas del tren cinemático de siembra o de los motores eléctricos que hacen girar los distribuidores de siembra o de fertilizantes.



Productores que tienen sectores en sus lotes de cultivo con suelos de diferente fertilidad pueden con este dispositivo ajustar insumos aplicando para cada ambiente la cantidad exacta con el consecuente ahorro en insumos y mejora de sus rendimientos gracias a una mejor distribución y dosificación. Hoy empresas multinacionales con plataformas digitales están realizando recomendaciones en campos de productores donde se aplican estos paquetes tecnológicos que tienden a un aumento de los rendimientos para cada una de las zonas variables logrando así maximizar los beneficios.

Existen ensayos realizados por INTA en lotes que presentan una variabilidad muy considerable expresada en sectores donde el rendimiento del cultivo de maíz es 4.000 kg/ha y a los 500 metros el cultivo rinde 12.000 kg/ha. En un caso como este se lograba pagar el equipo en tan solo 2 años para 150 has. de superficie del campo ya que se producía en ese lapso ahorro de insumos y mejora en el rendimiento por ambiente.

Monitores completos

Existen monitores con prestaciones adecuadas para hacer todas las operaciones descritas en los puntos anteriores y hasta con mayores funciones como la regulación de las presiones de los cuerpos de siembra, la regulación de densidades en los giros para terrenos con curvas de nivel, lecturas de distribución de las semillas, de la materia orgánica, la humedad de suelo, de los restos en el surco de siembra - todo en tiempo real. Hoy la tendencia es que el productor pueda adquirir estos monitores más completos y habilitarlos según las necesidades en su debido momento.



De acuerdo a lo comentado hasta aquí, es claro el beneficio de aplicar esta tecnología para el productor, ya que se hace cargo de los costos de producción gestionándolos racionalmente y eso se traduce en una mejora en la renta de la cosecha. Ahora bien, cuando se trata de analizar esta inversión desde la conveniencia del contratista, la situación es más compleja porque el productor no siempre está dispuesto a reconocerle la utilización de esta tecnología a través de un mayor precio en la tarifa con lo cual se le complica su amortización. Por ello sería muy importante que los contratistas tengan mayor acceso a créditos para la adopción de estas herramientas.

De todas maneras no debemos olvidar que la tecnología es parte de un conjunto de medidas que se potencian y, por ejemplo en el caso del maíz, podemos asociar mejoras en el rendimiento con la adopción de medidas de manejo como los acortamientos en la distancia entre hileras a la siembra. Se han ensayado a distancias de 38 cm. en lugar de 52, donde se verifica una mejora en la competencia del cultivo con las malezas y en consecuencia el esperado beneficio en su rendimiento. Otro tanto en cultivos de soja a 26 cm o menos – siempre dependiendo de las zonas ya que una mayor densidad podría favorecer el desarrollo de enfermedades.

Tecnología en Pulverización

En pulverización se busca reducir sustancialmente las aplicaciones de agroquímicos en el campo.

Con este fin existen varias herramientas muy efectivas que el productor y los contratistas han ido incorporando en sus equipos. Hoy es prácticamente imposible que una pulverizadora pueda cumplir con la exigencia de “BPA en aplicaciones” si no cuenta con algún dispositivo o elemento de agricultura de precisión como piloto automático, estación meteorológica o sistemas selectivos de control de malezas.

Estos equipamientos, en la medida que su adopción se expanda, permitirán asegurar en gran medida el cumplimiento de las Buenas Prácticas y controlar en tiempo real mediante plataformas digitales la correcta aplicación de fitosanitarios. Es importante señalar que este sistema de control es utilizado por los productores en EE.UU. obteniendo excelentes resultados ya que, cada vez que se decide pulverizar da aviso a sus vecinos para que, si así lo desean, verifiquen la correcta ejecución del trabajo.

También la incorporación de estos elementos implica dar un gran paso hacia el inminente futuro de la robótica en el agro. De hecho, ya hay países que no solo la están desarrollando en la producción de materias primas sino que la han desarrollado fuertemente en la industria.

Para comprender mejor este avance de la automatización y la robótica no debemos olvidar las demandas sociales de protección ambiental que ya hemos mencionado y que deben asociarse a la imposibilidad en la que se encuentra un operario de una pulverizadora convencional para poder decidir si continúa o no una aplicación ante



cambios en las condiciones climáticas ya que no cuenta con instrumentos de medición dinámicos y capaces de informar en tiempo real.

Por otra parte, la inversión para equipar una pulverizadora acarrea beneficios concretos para la sociedad desde el plano económico y ambiental que se reflejan en aplicaciones sin riesgos de deriva y con un ahorro cercano al 80% de los productos químicos. Esta conjunción entre eficiencia y control de la operación nos lleva a definir que la aplicación así realizada pueda considerarse como “casi perfecta”.

Tecnología en Fertilizaciones

Considerando que la Agricultura de Precisión ingresó hace más de 20 años a nuestro país aún hoy persisten muchas preguntas con respecto a esta tecnología en fertilización. Algunas de ellas se refieren al tipo de fertilizantes que se deberían aplicar, en qué condiciones físico-químicas hacerlo, como se distribuyen, con qué tipo de equipamiento; mecánico o electrónico, que software es recomendable para realizar las prescripciones, que tiempo de reacción sería ideal entre la lectura de sensores de una prescripción o información y la aplicación del producto a campo. También hay dudas respecto al tamaño de la unidad de aplicación, la definición de la zona de caracterización, la comprobación acerca de la cantidad de fertilizantes aplicada para cada zona, si fue correcta, deficitaria o excesiva.

Desde los inicios de la Agricultura de Precisión se ha intentado explicar que se trataba de una tecnología de aplicación variable de insumos. Se manifestaba que permitía a los agricultores, una vez conocido el comportamiento del cultivo en cada sector del lote, calcular las necesidades de insumos en cada zona homogénea más pequeña o subunidad sobre el terreno, y aplicarlos en forma “sitio-específica”. Esta explicación continúa muy vigente y puede decir mucho, o no decir nada, sobre si se realizan bien o mal las aplicaciones variables por zonas.

En la actualidad sigue sucediendo lo mismo, pero se cuenta con información más detallada que permite en la mayoría de los casos empezar a entender mejor el funcionamiento de este sistema y la respuesta de aplicaciones de fertilizantes respecto al suelo y los cultivos.

En los inicios de la aplicación variable de insumos en nuestro país se trató de agrupar a los suelos “manera forzosa” hacia la caracterización de ambientes diferentes, y dentro del análisis de las zonas llevarlas a la menor cantidad posible, asumiendo que se comportarían de igual manera.

A su vez, como el tamaño de la maquinaria y los dispositivos con los que se contaba no eran lo suficientemente precisos, no se podía tratar un determinado tamaño de variabilidad que muchas veces existía en el campo, caso típico - campos con presencia de tosca. Es así que muchas veces los resultados físicos y económicos de la aplicación variable no daban los resultados que los técnicos esperaban.





En otras ocasiones, aunque la caracterización estuviese bien hecha tampoco aparecían los resultados a campo debido a mala calidad de los productos o fallas en la aplicación relacionadas a errores de distribución, aplicaciones fuera de los límites de los ambientes prescritos, o simplemente que, en la mayoría de los campos, el efecto de la “micro-variabilidad” provoca errores complicados de aislar en el análisis de los datos de rendimiento.

Así en el año 2000, el Dr. Terry Roberts mencionaba lo siguiente acerca del manejo de sitio específico (MSE): “El concepto de MSE no es nuevo, pero nuevas herramientas de alta tecnología hacen más fácil manejar distintas áreas en los lotes de forma diferencial”. Esta frase sigue siendo muy actual solo que el tamaño de esas áreas para nuestro país se vería totalmente modificada respecto a lo que se planteaba en el año 2000 y lo que en la actualidad se empieza a visualizar. Países como Japón captaron este concepto desde hace muchos años atrás y trabajan en un sistema robotizado que se ve facilitado porque el tamaño de sus campos es de 5.000 m², o no más de 3 hectáreas. (Noboru Noguchi et al., 2005).

Algunos ejemplos de este proceso fueron los pasos dados para la obtención de puntos de caracterización de ambientes de un campo. Inicialmente se consideraron las herramientas que permitían lograr esa mejor caracterización a menor costo para los productores. De allí surgieron las comparativas entre el dato obtenido de monitores de rendimiento, las cartas de suelo, las imágenes satelitales, fotografías aéreas, rastras de conductividad eléctrica, radares de suelo, muestreos de suelos en grillas o dirigidos, entre otros. La realidad fue indicando el camino en ese momento y dejando lo que era más práctico y económico para los productores.

El desarrollo de la Agricultura de Precisión sobre maquinaria de fertilización en Argentina fue copiado en un inicio del utilizado en EE.UU. en el año 1995/96 y siempre se trataba de adaptar la mejor opción propuesta por empresas, productores o investigadores de las universidades de aquel país. Algunos de las alternativas propuestas, como así también los equipamientos importados, fueron probadas en Argentina aplicándose de manera exitosa, mientras otras no se aplicaron debido a su menor éxito en cuanto a su adaptación.

Actualmente en nuestro país este conocimiento se aplica en mayor o menor medida en unas 15 millones de hectáreas donde anualmente se siembran gramíneas como maíz, trigo, cebada y sorgo entre otros cultivos y que normalmente son fertilizados en su mayoría con productos nitrogenados. Por ello surge la necesidad de conocer, entender y describir cómo mejorar la eficiencia según ambientes y las uniformidades en la distribución de las aplicaciones de fertilizantes a campo. Las últimas tendencias en equipamientos pasan por evoluciones tecnológicas aplicadas a la maquinaria convencional, donde se tienen en cuenta los mejores momentos de aplicación durante el ciclo de los diferentes cultivos según necesidad de la industria.



Por otro lado, crece la importancia de realizar fertilizaciones teniendo en cuenta los requerimientos técnicos agronómicos y no solamente la logística y capacidad de la maquinaria agrícola destinada para las aplicaciones. Los modelos de producción y rentabilidad agropecuaria van cambiando en el tiempo, con lo cual es importante poder entender los cambios tecnológicos rápidamente.

Por eso hoy asistimos a una evolución del pensamiento de la agricultura de precisión (AP) respecto a la mejora productiva que se logra a través de los componentes tecnológicos cuando se vinculan a numerosas variables. Algunas de ellas son la heterogeneidad de los suelos, las necesidades de los cultivos por ambientes según su potencial productivo, los cambios ambientales durante el día de factores como el viento o la humedad, efecto del producto fertilizante aplicado, forma en que se aplican estos fertilizantes y momento del ciclo de los cultivos.

En referencia a las diferentes tecnologías de fertilización, se pueden mencionar prácticamente las mismas herramientas conocidas que tienen las sembradoras para la Agricultura de Precisión, con dispositivos para aplicación variable y, hasta los mismos sistemas que permiten realizar los cambios de dosis o mantenerlas constantes ante cambios en la velocidad de trabajo.

En estos componentes de la fertilización se encuentran descriptos algunos beneficios y problemas de los sistemas argentinos comparados con los europeos y algunos del modelo de EE.UU. (Equipamientos de agricultura de precisión en aplicaciones de fertilizantes, Andrés Méndez, Juan Pablo Vélez, et al.), Simposio Fertilidad 2019.



Sin ninguna duda las diferencias se encuentran en las “precisiones” desarrolladas por el “automatismo” y los componentes responsables del control del trabajo en tiempo real, que son los responsables de detectar variaciones climáticas y corregirlas para una correcta aplicación de la fertilización.





Equipamientos de agricultura de precisión en aplicaciones de fertilizantes

Hoy es necesario que las empresas argentinas empiecen a desarrollar este tipo de equipos "robotizados" dado que seguramente son el futuro de la agricultura de nuestro país y del mundo. La empresa **Plantium Gentec** de nuestro país posee un prototipo de robot eléctrico que puede servir de plataforma para colocarle un barril fertilizador pulverizador, cuerpos fertilizadores o bajadas de fertilizante entre otros.

El contratista argentino puede empezar a mutar de maquinaria clásica a maquinaria robotizada como sucede en algunos países de Europa donde el dueño de estos equipos viaja con su camioneta y acoplado con varios robots que son manejados desde su celular.

Situación esperada

Teniendo en cuenta la iniciativa de producir 200M tn., ¿cuáles son finalmente los caminos para incrementar la producción total de granos y cómo debería ser la situación que esperamos obtener?

En función de lo descrito anteriormente es el camino de la innovación y la adopción tecnológica el que debería aplicarse en su totalidad y, de lograrse en una alta proporción, determinará un aumento de producción que a nivel país podría rondar el 10% en el resultado de los rendimientos logrados según ensayos publicados por INTA Manfredi, (Mejorar el control de algunas actividades es el paso previo a la aplicación de insumos variables, Andrés Méndez et al., 7mo Curso de Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas). Esto representaría aproximadamente unos 5 millones de toneladas más de soja



(unos u\$ 2.350 millones) y 5 millones más de maíz (otros u\$ 1.000 millones) que sumados significarían 3.350 millones de dólares.

Este es un logro alcanzable ya que hoy en día a través de las máquinas y la denominada Inteligencia Artificial se cuenta con la capacidad de procesar datos y transformarlos en información o, lo que es mejor aún, procesar esa información y transformarla en conocimiento.

Por otro lado se debe considerar la amplitud que presentan las numerosas tecnologías existentes habiendo soluciones vinculadas al "Agtech" de bajo costo y otras que representan casi el mismo valor de la máquina adquirida. Por ello, es importante que la adopción de este tipo de tecnología sea acompañada técnicamente para asegurar un rápido "recupero" de la inversión realizada.

Debe entonces promoverse el vínculo entre las empresas que venden estos equipamientos y sus potenciales usuarios para canalizar inversiones en verdaderas soluciones tecnológicas que a partir de su correcta implementación obtengan resultados concretos.

Así, la situación esperada, se reflejará en mejores rendimientos, que en cultivos de maíz podrían rondar incrementos entre 500 a 3.000 kg/ha, o en soja entre 200 a 400 kg/ha, según ambientes y planteos técnicos.

También se espera que la incorporación de tecnología al equipamiento de las pulverizadoras logre revertir la imagen que una parte de la sociedad tiene con respecto a las aplicaciones de fitosanitarios, ya que ayudaran a disminuir la cantidad de producto aplicado, donde se podrían lograr reducciones de hasta un 80% como en el caso del control de malezas en barbechos.

La suma de los resultados positivos que generaría la incorporación de tecnología al agro se podrán manifestar en parámetros cuantitativos como una mayor eficacia en el control de las malezas o el ahorro de insumos con la consecuente reducción en las importaciones de algunos productos como el glifosato, por ejemplo. Por otra parte, existirán elementos no cuantitativos para considerar entre los cuales se destacan un menor impacto en el suelo y en el medio ambiente.

Es claro que todos los equipamientos que permitan mejorar la distribución de semillas, fitosanitarios y fertilizantes serán muy efectivos para lograr una mejora sustancial en el desarrollo de los cultivos y por consiguiente expresar la potencialidad de los rendimientos.

El futuro de la "Agtech" apunta a producir cambios vinculados a la "flexibilidad" que permitan virar constantemente de un sistema de producción a otro, siempre y cuando se empiece a trabajar en el concepto de micro variabilidad de suelos y el tratamiento correcto que eso implica.



El avance en la periodicidad e información de las imágenes satelitales, la mayor velocidad para el análisis de datos apoyado en computadoras con veloces procesadores, la oferta en maquinaria agrícola que permite efectuar cambios en pocos centímetros y la amplitud mental de quienes desarrollan tecnología logran lo que hace 6 meses parecía imposible. La realidad es realmente desafiante para todos los sectores productivos del mundo pero el futuro aparece siempre con la posibilidad de respuestas.

Por último, si observamos el costo actual de la inversión en este tipo de equipamientos, apreciamos una disminución notable con respecto a 20 años atrás. Prácticamente hoy cuestan menos de la mitad y con mejores prestaciones. Por eso se espera que esta tendencia continúe favoreciendo su rápida adopción.

Tecnología esperada en Siembra

Sin perder la idea de diferenciar “buenas siembras de malas siembras”, se espera que numerosos cambios se consoliden en las tecnologías para siembras precisas. Por un lado, teniendo en cuenta el trabajo del **Ministerio de Agricultura de la Nación** para diferentes cultivos y en diferentes zonas tenemos estos valores:

Zona del país	Unidades	Trigo	Maíz	Soja 1	Soja 2
Núcleo maicera	qq/ha	42,39	90,56	39,14	25,3
Oeste de Bs As	qq/ha	37,11	79,33	30,8	21,82
Sudoeste de Bs. As.	qq/ha	30,29	59,38	20,36	
Sudeste de Bs. As.	qq/ha	39,51	67,33	24,69	12,92
Este de Bs. As.	qq/ha	34,55	71,34	28,99	17,6
Sur de Córdoba	qq/ha	28,85	68,7	30,64	21,38
Norte de Santa Fe	qq/ha	26,38	61,49	24,42	20,5
Entre Ríos	qq/ha	28,4	64,41	22,44	16,55
Santiago del Estero	qq/ha	19,14	65,74	26,64	27,66
Noa (Salta y NO de Stgo del Estero)	qq/ha	16,83	60,91	24,25	24,18
Nea (Chaco y Corrientes)	qq/ha	14,5	53,54	21,39	21,82
San Luis	qq/ha	25,03	67,28	27,97	



Observando este cuadro y sus colores, se puede diferenciar el comportamiento de cada cultivo en cada zona productiva y vincularlo con su potencial de rendimiento y con la tecnología más apropiada a aplicar en esos lugares para lograrlo.

Así, con el uso de estas herramientas "Agtech" se espera establecer algunos parámetros de trabajo y definir las tecnologías por zonas y no sólo en función a un predio o campo puntualmente determinado. También deberíamos esperar que no se vincule a la tecnología tan linealmente con el potencial de rendimiento dado que siempre se está abierta la posibilidad de mejorar el trabajo de cada campo en particular.

Por eso, a medida que los rendimientos de los cultivos aumentan su potencial, es aún más importante y necesaria la mejora en los sistemas de siembra y últimas tecnologías. En este aspecto se espera, como demuestran algunos ensayos, aumentar la velocidad de siembra logrando achicar su ancho, lo que aumentaría la versatilidad de las sembradoras, aunque sin descuidar una mejora en la tecnología del sistema de siembra completo. Esto permite visibilizar un avance notable sobre las sembradoras que existen en la actualidad. El mercado y algunos productores líderes hace un tiempo vienen demandando sembradoras más simples, versátiles y no tan costosas. Siempre el objetivo es avanzar en tecnologías que expresen una mejora continua, adaptada a diferentes necesidades y sin resignar la calidad de trabajo logrado.

En este caso poder hacer funcionar una sembradora de menor ancho, pero a una mayor velocidad permite que la maquinaria logre mayor versatilidad como así también una mejora en términos de su amortización.

Todas estas apreciaciones que apuntan a mejorar la calidad de siembra involucran el seguimiento y control, como así también el ahorro de semillas y fertilizantes ajustados a cada situación particular ya sea por variabilidad de suelos o por forma del lote a sembrar.

Lo deseable no sólo es la búsqueda por lograr optimizar estas variables sino lograr su difusión lo antes posible ya que apuntalan el objetivo de lograr una mejora continua en los márgenes de los cultivos para cada campo o zona en particular.

Tecnología esperada en Pulverización

En materia de Pulverización se espera una fuerte difusión que lleve a una masiva adopción de tecnología ya existente que refleja criterios técnicos y tecnológicos para la toma de decisiones correctas y certeras con el objetivo de lograr aplicaciones con "cero deriva" y "cero residuos".

El futuro cercano debería contar con un parque de maquinarias cuyos equipos pulverizadores estén integrados a un paquete tecnológico que incorpore digitalización del agro, robótica y nanotecnología en los productos aplicados y una correcta implementación de la Buenas Prácticas Agrícolas en aplicaciones como parte de un sistema de manejo



integral donde deben considerarse las situaciones particulares de la actividad a través de protocolos específicos como el caso de “áreas sensibles”.

Estamos convencidos que la solución tecnológica es viable y el continuo avance y evolución en este campo llegará a resultados cada vez más cercanos a lo ideal en materia de pulverización ofreciendo soluciones para reducir a cero las derivas de agroquímicos, disminuyendo en más de un 80% el uso de estos insumos, realizando un seguimiento y control en tiempo real de las prácticas con máquinas de un nivel de precisión milimétrico que monitorean y miden constantemente las condiciones climáticas.

Se espera que toda esta tecnología aplicada acompañada de sistemas de comunicación y registro “democratice” la información permitiendo libre acceso a los datos reales y verificables generando en la comunidad control, seguridad y confianza en la correcta ejecución de las prácticas de aplicación.

Tecnología esperada en Fertilización

Como hemos venido señalando hasta aquí no podemos dejar de reiterar y tener en cuenta la velocidad con la que se producen los desarrollos de herramientas y las posibilidades tecnológicas. Así es que se empieza a visualizar un futuro virtual, interconectado y robotizado en la producción agrícola donde una imagen satelital puede ser el disparador para que un robot sea, por aire o por tierra, el operador capaz de cumplir con la recomendación del tratamiento que se indica para volver a su base al finalizar. Es indudable que este será el futuro esperado también para las fertilizaciones con las nuevas herramientas de la Agricultura de Precisión (AP)

Para llegar a esta realidad esperamos superar y avanzar sobre la discusión hoy presente acerca del sistema agropecuario. ¿Avanzamos en la búsqueda de mejoras o adoptamos una condición de “conformismo”, seguir sin cambios y hacer las cosas de la misma manera? Y, en materia de fertilización, existe un planteo en debate permanente acerca de cómo se está realizando actualmente. Por ejemplo si se analiza la fertilización nitrogenada en gramíneas todavía se sigue debatiendo entre dos escenarios; ¿se hace en el momento oportuno o se realiza cuando es más simple por logística? - aunque esto último no sea lo correcto desde el punto de vista agronómico. Claro está que este último escenario es consecuencia directa de las superficies a trabajar y el tiempo limitado de aplicación porque lógicamente una máquina no puede hacer 1.000 has. en un día o ingresar a un lote si el estado de desarrollo de los cultivos no permite que la maquinaria se desplace sin dañar el cultivo.

Otro punto que siempre está en discusión son los métodos de diagnóstico que no terminan de ajustarse nunca a pesar de los “innumerables ensayos” realizados ya que muchas veces no se ajustan a la realidad de lo aplicado en el campo con los fertilizantes. A esta situación se suma la incidencia del ambiente en cada resultado reflejada en la condición de “año húmedo o seco”. Todas estas son situaciones reales que contando con



información diaria obtenida por diferentes métodos y aplicando las dosis con equipamientos robotizados podrían llegar a mejorarse.

De hecho ya se encuentran algunas herramientas que permiten un mejor ajuste y que pueden predecir con mayor exactitud las necesidades de diferentes insumos en los cultivos. Por eso la situación esperada es que la combinación de imágenes de varios satélites, más otras obtenidas desde un dron junto a los datos de estaciones meteorológicas en el lugar y ajustando a modelos de elevación de suelos, logre reflejar de manera casi perfecta los momentos tempranos de algunos cultivos como, por ejemplo, maíz y trigo. Además, un ajuste matemático con datos climáticos para predecir luego del momento en que las imágenes se saturan. En EE.UU. algunas empresas proveen imágenes satelitales prácticamente todos los días y esto es equivalente a “ver crecer a los cultivos”, lo que permite detectar problemas de enfermedades o deficiencias de nutrientes muchos días antes que el ojo humano lo pueda observar.

Este modelo tecnológico genera gran cantidad de datos que hoy son posibles de analizar porque se ha logrado tener una continuidad de puntos de un mismo lugar en el tiempo lo que colaborará no solo a mejorar las aplicaciones de insumos, sino también a determinar la trazabilidad de la producción primaria que será necesaria para poder lograr mejores precios a los que se cotizan en los mercados de commodities en EE.UU.

También se espera que estos robots logren hacer una agricultura cada vez más versátil y con menores costos de mantenimiento que la maquinaria actual ya que la realidad de hoy muestra a los contratistas rurales afrontando enormes dificultades para amortizar la maquinaria de trabajo.

Propuestas en general

Sobre la innovación tecnológica:

- Sería deseable **certificar** a un productor o contratista con las “Buenas Prácticas Agropecuarias” cuando adopta y aplica estas tecnologías. Esta certificación podría ser requisito exigible **para calificar a créditos** blandos mientras que al mismo tiempo se realiza una trazabilidad del trabajo realizado.
- La **difusión y comunicación** adecuada acerca de los beneficios que conlleva adoptar estas tecnologías es fundamental. Deberá considerar y ser muy específica de acuerdo a cuál de los actores se dirige. Las ventajas para el productor, para el prestador de servicios agrícolas o para la sociedad deberán ser expresadas con claridad ya que los aspectos positivos para todas las partes son notables y comprobables.
- **Promover la articulación** entre todos los actores del ecosistema Agtech argentino, ya sean públicos como privados.



- **Capacitar al productor** argentino en adopción de la tecnología, que aún es reticente a la hora de develar datos de la propia compañía para contribuir con soluciones que luego los beneficiarán. En este sentido hay una oportunidad interesante para que las startups argentinas mejoren la propuesta de valor para los productores agropecuarios, ayudándolos a entender cómo sus soluciones pueden agregarle eficiencia y potenciar su negocio.
- **Tarifa diferencial del servicio** considerando que en definitiva el que termina ganando de manera directa con la utilización de estas prácticas es quien las aplica en su campo por eso y, a partir de los cálculos de costos necesarios, el productor debería conocer, comprender y acceder a **abonar una tarifa superior** por actividades desarrolladas con estas prestaciones tecnológicas ya que queda determinado un ahorro real en los productos químicos o semilla utilizados gracias a la aplicación selectiva o siembra de precisión según sea el caso.
- El “**producto diferencial**” que se puede lograr al aplicar este conjunto de prácticas es muy importante para lograr una mejor posibilidad a la hora de acceder a nuevos mercados que requieren y reconocen protocolos de producción definidos. El Estado debería ser un facilitador de esos protocolos de producción y mantener comunicados a todos los eslabones de la producción de las exigencias para cada producto en particular.
- Desarrollar a través de la adopción de estas herramientas tecnológicas un sólido **sistema de trazabilidad** de nuestros productos con el fin de establecer claramente las diferencias necesarias que permitan acceder a mejores precios. Hoy la industria alimentaria se está transformando a causa de las demandas de los consumidores que exigen mayor transparencia, calidad e inocuidad del campo a la mesa. Los consumidores están dispuestos a pagar por ello.

Consideraciones técnicas

Indudablemente la robótica y los robots serán parte del proceso más disruptivo que se viene para la maquinaria agrícola convencional. Las empresas seguramente mutarán su producción pasando de fabricar una sembradora o una pulverizadora a producir “chasis únicos con módulos intercambiables” que permitirán hacer más eficiente la maquinaria respecto a la actualidad – mejora estimada superior al 80%. Esto permitirá entre otras cosas, incorporar productores de muy baja escala nuevamente en el sistema productivo.

Siembra

- Como dato podemos establecer que equipar una sembradora con tecnología de monitoreo, dosis variable, corte de sección por surco, control de presión en los cuerpos y mejora en los sistemas de distribución cuesta en su totalidad entre 4.500 a 5.000 dólares por cuerpo de siembra, valor que debería relacionarse con la



posibilidad de aumentar la velocidad de avance hasta un 40% en condiciones óptimas sin resignar eficiencia en la implantación, por consiguiente una mejora en la capacidad de trabajo de la sembradora.

- Incluso pensando en la inversión que demanda este equipamiento, se debe considerar que cuanto mayor sea la cantidad de cuerpos de la sembradora, menor será el precio por cuerpo, pudiendo llegar a reducirse a unos 3.500 dólares en sembradoras de 22 surcos.
- Así, una sembradora de 12 surcos a la que se la equipe con estos sistemas costaría alrededor de 55.000 dólares y en una de 22 surcos la inversión sería de 77.000 dólares.
- Por otra parte, si esta sembradora trabajara 2.500 hectáreas de soja por año y, gracias al equipamiento con que cuenta logra 300 kg/ha más de rinde obtendríamos 750 toneladas. (2500 ha x 300 kg/ha) que a un valor por tonelada de 215 dólares resultaría un ingreso extra de 161.250 dólares.
- Si el cálculo se realiza para maíz y suponiendo que sean las mismas 2500 has, el aumento del rinde con un equipo de estas características podría superar los 1.000 kg/ha lo que totalizaría 2.500 toneladas más con un valor de la tonelada de 120 dólares resultaría un ingreso extra de 300.000 dólares
- Está comprobado que en el cultivo de maíz es donde más se expresa un aumento de rendimiento respecto a la calidad de siembra, no obstante, en trigo y en soja ocurre lo mismo cuando se apuntan a altos potenciales de rendimiento. En estos planteos es clave arrancar el cultivo con una mejor implantación, sobre todo cuando la semilla es comprada a semilleros ya que tienen un mayor precio como el caso de soja.
- Así, en el cultivo de maíz el diferencial de rendimiento gracias a una “buena siembra” puede variar entre los 500 kg/ha cuando el cultivo aspira a un rendimiento promedio (7.000 a 8.000 kg/ha), hasta los 3.000 kg/ha en maíces con altos rendimientos (más de 10.000 kg/ha).
- Por otro lado, las nuevas tecnologías van por el aumento en la velocidad de siembra y, en zonas donde el rendimiento no supera en años normales los 8.000 kg/ha y se encuentra escasa cantidad de rastrojo, en ensayos se pudo comprobar que entre siembras a 7 km/h y a 14 km/h no se notaron diferencias en rendimiento. Con lo cual también surge una nueva línea de trabajo que estaría pensando en disminuir el ancho de las sembradoras aumentando la velocidad de siembra. Esto permitiría tener máquinas más versátiles y menos costosas. Todo esto dependerá de varios factores a analizar técnica y agrónomicamente para las zonas donde se pretende desarrollar estas ideas. Algunos ensayos de rendimiento avalan esta realidad, faltarían otros que apunten a la durabilidad de la sembradora a velocidades de 14 km/h versus a 7 km/h.



- Este aumento en las velocidades también favorece a los demás cultivos dado que en soja como en trigo esas diferencias de implantación son menos exigentes que en el cultivo de maíz.
- Se hace difícil comparar dado que las tecnologías de siembra han cambiado notablemente y hoy basan su desarrollo sobre todo en la electrónica, en la forma de mover el tren cinemático, en la distribución accionada con motores eléctricos, en el copiado de los cuerpos con diferentes dispositivos, en los sistemas de corte surco por surco, en sistemas de guía con precisiones casi perfectas, etc. Entonces es claro que el conjunto de todas estas tecnologías puede resultar en un costo elevado cuando no se utilizan de la debida manera. Si la tecnología es adquirida conociendo su utilidad siempre termina siendo beneficiosa y rentable.
- Los ensayos que apuntan a lograr máquinas de menor ancho y mayor velocidad se vienen desarrollando. El siguiente cuadro relaciona el rendimiento (kg/ha) del cultivo de maíz con los efectos de la profundidad y la velocidad de siembra en un experimento en **INTA Manfredi** (2011/12).

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

Se puede observar que a dos profundidades de siembra asociadas a diferentes velocidades se registran diferencias significativas en el desvío estándar respecto a la variabilidad en la profundidad de siembra y al rendimiento final de esos tratamientos.

Cuando la siembra se realizó a 6 cm de profundidad, se lograron mayores rendimientos que a 3 cm, cayendo 256 kg/ha, por cada cm de incremento en el DE ya que velocidades que se alejan de la óptima afectan el espaciamiento entre semillas y por ende el de plantas logradas.

Por ello, dentro de éstos tratamientos, el de mayor rendimiento fue sembrando a 6 km/h, logrando un 14% más que a 9 km/h, eso significó una diferencia de 1370 kg/ha a favor de 6 km/h, y superando en 440 kg/ha al tratamiento de 4 km/h que presentaba 1 cm más de desvío estándar.



Los tratamientos de 3 cm de profundidad expresaron los menores rendimientos, encontrando diferencias de 770 kg/ha entre 4 km/h y 6 km/h, a favor de la menor velocidad, y 970 kg/ha respecto a 9 km/h. En todas las situaciones las diferencias fueron estadísticamente significativas.

Cabe mencionar que, si la velocidad más adecuada de siembra está alrededor de 6 a 7km/h, se aprecia que cuando la profundidad varía de 6 a 3 cm se observan pérdidas de rendimiento de 2510 kg/ha. Por lo tanto, esta magnitud en las pérdidas hace pensar en priorizar nuevas tecnologías que solucionen los problemas de profundidad antes que de aquellos relacionados a la distribución de las semillas.

Pulverización

- Ante el objetivo de lograr aplicaciones con “cero deriva” y “cero residuos” el prototipo propuesto posee un botalón semicubierto para mitigar derivas, una estación meteorológica que indica las condiciones de la pulverización en tiempo real y sensores infrarrojos que aplican herbicidas solamente donde detectan malezas. Existen pruebas realizadas donde en diferentes pasadas se obtuvieron excelentes resultados, permitiendo nuevos ajustes y cambios.
- Se ha verificado que un botalón con mayor cobertura – “más tapado”- logra menores derivas incluso en condiciones desfavorables para la aplicación. Por otro lado, se pudo medir que las gotas de mayor tamaño (cercanas a los 600 micrones) son más efectivas y no generan deriva.
- En los ensayos, las pantallas protectoras de metal del equipo con WeedIt, generaban una especie de turbulencia con las gotas de menos de 200 micrones que terminaban cayendo más adelante en áreas donde no había maleza. Eso es un punto a tomar en cuenta bajo ciertas condiciones ambientales ya que, si escapan del área confinada y en situaciones de mayor humedad o de inversión térmica podrían mantenerse en el aire y desplazarse a áreas urbanas.
- Acerca de las boquillas, es muy común en Argentina el concepto del bajo volumen y se lo vincula a mayor eficiencia, por eso al utilizar boquillas de bajo caudal con la técnica de aplicación selectiva, estamos proyectando un tamaño de gota mediana según la clasificación ASABE S572.2 en lugar de la gota gruesa o muy gruesa que es la recomendable para aplicaciones “cero deriva”. Esto implica que un alto porcentaje del volumen aplicado (más de 20%) tenga gotas de menos de 200 micrones que se pueden volar o evaporar causando derivas.
- De esta forma se ha comprobado que hubo 9 metros de deriva en momentos donde la estación meteorológica Acronex indicaba que no eran las condiciones ideales para la aplicación. Por eso realizando algunos cambios como los sugeridos en pastillas que entreguen mayor tamaño de gota y con mejor cobertura de botalón seguramente se logrará reducir a unos pocos metros el valor registrado.



- La recomendación es usar boquillas de 03 o más gpm y además, modelos que garanticen un tamaño de gota que se ajuste a la clasificación ASABE o a la nueva ISO.
- Sería deseable que alguna institución como **INTA**, **INTI** o **IRAM** pueda realizar certificación de las distintas boquillas existentes para ver si califican o no en trabajos donde se exija un manejo estricto de la deriva siendo esa calificación la que determine el comportamiento de cada una a distintos caudales y presiones respecto a un control del 50%, del 70% y del 90% de la deriva potencial. A partir de ahí se podrá vincular, por ejemplo, que boquilla garantiza controlar un 90% de la deriva al aplicar un herbicida como 2,4D, dicamba o glifosato.
- Con respecto a las dosis aplicadas también contamos con la innovación que desarrolló la empresa **Surcos**, siendo hoy nuestro país líder en la utilización de la nanotecnología en las formulaciones de fitosanitarios. Esta tecnología reduce las partículas que contienen los ingredientes activos y como consecuencia aumenta la capacidad de difusión y superficie de contacto. La mayor biodisponibilidad y bioeficacia de las formulaciones con nanotecnología permiten la utilización de menos principio activo por hectárea. Por ejemplo, en el caso del 2,4 D la formulación con nanotecnología utiliza la mitad que las formulaciones tradicionales.
- De esta forma el uso de la nanotecnología en productos fitosanitarios suma más de cuarenta millones de hectáreas tratadas por los productores en Argentina convirtiéndose en una herramienta que permite tener un bajo impacto en el medio ambiente. Índices como el RIPEST y el EIQ dan cuenta de este diferencial que permite una agricultura sustentable.
- A esto se suma otra gran ventaja de esta tecnología que es la menor volatilidad y deriva que tienen sus formulaciones, tal como lo registran los ensayos realizados por el **INTA** y **Conicet**.
- De las consideraciones anteriores se desprende que la pulverizadora ideal para aplicaciones que aspiren a cumplir con metas de “cero deriva” y “cero residuos” será un cuerpo integrado por una serie de sistemas que buscan eficacia en la labor y conectividad en el flujo de información siendo sus partes integrante las siguientes:
 - un sistema de detección de malezas. Una alternativa la ofrecen empresas como **Milar** y **DeepAgro** a través del reconocimiento de malezas en video con un software que utiliza técnicas de inteligencia artificial, el cual por medio de cámaras instaladas en el botalón de las pulverizadoras determina el momento exacto en el que hay que abrir y cerrar cada pico. Por otro lado en nuestro país ya se encuentran funcionando exitosamente más de 400 equipos instalados con sistema de sensores infrarrojos denominados “Weed it” y “Weed seeker”.



- un sistema “pwm” que controle el tamaño de gota a presión constante.
 - una estación meteorológica con trazabilidad (**Acronex - Unimap**) para controlar en tiempo real lo que realiza la pulverizadora en el campo. A su vez, esto permite que la actividad pueda ser controlada por vecinos del periurbano y el propio municipio.
 - un cobertor sobre el sistema de pulverizado que aisle cualquier posible ráfaga de viento momentánea.
- Por lo tanto, las pruebas con un prototipo de estas características consistirán en medir si con este equipo se disminuye la cantidad de productos químicos pulverizados en el campo, si existe deriva o no, y si la estación meteorológica envía en tiempo real los datos, para decidir si debe o no pulverizar el equipo en el lote. También se medirá el efecto del cobertor de pulverización.
 - Luego de realizar las pruebas, los datos serán capturados por **AgroHub** que permite reunir en una única plataforma todas las soluciones tecnológicas que posee el productor y darle recomendaciones según los datos adquiridos.
 - Como principal función de salida y enganche, Agrohub permite registrar las aplicaciones periurbanas, midiendo previamente las variables meteorológicas de múltiples fuentes y cotejando la información con parámetros prestablecidos, acelerando las habilitaciones y reduciendo los tiempos de aplicación en el momento óptimo.
 - Lo descrito hasta aquí es una solución integrada que permite una relación “win-win” con todos los actores del ecosistema, ya que es una plataforma de libre acceso para el productor y un nexo directo a los distintos proveedores de tecnologías, que se ven beneficiados con la integración de sus sistemas en un único punto, pero manteniendo una fuerte presencia ante los ojos del usuario.
 - A su vez, esa información está disponible en tiempo real para que el municipio responsable del área donde se cultiva cuente con un registro completo de los procesos. Toda la información recolectada y procesada de los diferentes lotes monitoreados es transferida por “**Tracestory**” en un proceso automatizado para que sea estructurada y “securitizada” evitando de esta manera su alteración.
 - En Tracestory, la información puede ser consultada de forma instantánea a través de un código QR y puede ser compartida de forma segura con los demás actores intervinientes en el proceso de producción u órgano de control.
 - Con la consecutiva carga de datos, vamos a poder tener la historia del lote ordenada en un solo lugar y de fácil consulta para la toma de decisiones. Con



AgroHub y la trazabilidad de procesos de aplicación de fitosanitarios se vuelve simple y rápido.

- El costo de las tecnologías aplicables a una pulverizadora puede dividirse en 3 grandes rubros según su utilidad e impacto desde el punto de vista económico y ambiental:
- Piloto automático con corte de sección (PACS) aproximadamente de 15 mil dólares dependiendo el monitor que se quiera utilizar.
- Estación meteorológica (Em) que decida sin depender de la decisión del operario y pueda enviar datos a “una nube” para que la controlen personas interesadas en buenas aplicaciones. Su costo aproximado ronda los 10.000 dólares.
- Sistemas selectivos de control de malezas (SSCM). Cuestan alrededor de los 5.500 dólares por metro lineal de pulverización. Ej. si la pulverizadora mide 24 metros cuesta 132.000 dólares.
- Botalón cubierto para minimizar las derivas. Este 4° punto no está disponible aún en nuestro país.
- Para equipar una pulverizadora de 24 metros con toda la tecnología incluida (puntos 1, 2 y 3) es necesaria una inversión cercana a los 160.000 dólares. En este caso el equipamiento es más costoso que la misma pulverizadora y obviamente que le genera un gran dilema tanto al productor como al contratista interesado en adquirirla ya que el monto de la inversión es considerable.
- A la situación precedente se suma el hecho que al contratista le resulta aún más difícil que le reconozcan la utilización de esta tecnología a través de la tarifa, entonces – sin tarifa diferencial - lograr la amortización de esta maquinaria exigiría casi que duplicar el costo de la aplicación o el número de hectáreas con tarifa standard.
- La inversión para equipar una pulverizadora debería ser promocionada con créditos blandos a nivel nacional porque no solo tiene el beneficio del ahorro, sino que cumplen una función importantísima con la sociedad y el ambiente. Aplicar sin riesgos de deriva y con un ahorro cercano al 80% de los productos químicos aplicados es beneficioso para todos los actores involucrados.
- Hoy muchos campos tienen un gasto en combatir malezas que ronda los 160 dólares/ha. Estos números, en muchas zonas productoras del país determinan la viabilidad o no de la producción agrícola. Un ejemplo de esto es en la provincia de Chaco donde las aplicaciones de herbicidas generalmente superan la cifra de los 160 dólares/ha y la rentabilidad de muchos campos no supera los 250 kg/ha de soja.



Fertilización

- Si nos enfocamos en el tema fertilización en Agricultura de Precisión es interesante destacar que en principio la realización de fertilizaciones variables se realizaba con sembradoras, fertilizadoras con cuerpos para incorporar productos sólidos, fertilizadoras de productos sólidos al voleo o con bajada dirigida por aire, con fertilizantes líquidos inyectadas o por chorreado, entre otros, pero siempre tratando de aplicar variable mediante el uso de prescripciones dirigidas con GPS con previa caracterización de ambientes o mediante respuesta en tiempo real bajo la lectura de sensores como Green Seeker pasivos en el inicio y activos posteriormente, donde se mantenían franjas patrón bien fertilizadas para ser comparadas con el resto del cultivo en el lote.

- En la actualidad, el modelo existente es muy similar a lo descrito en el párrafo anterior en cuanto al concepto. Las mejoras se dieron en la mayoría de los casos por las experiencias de prácticamente 20 años que permitieron mejorar los análisis y equipamientos que brindan respuestas más rápidas al cambio y estabilización de dosis de fertilizante entre ambientes.



Esta figura muestra algunos sistemas para poder variar las dosis de aplicación de fertilizantes en fertilizadoras de plato por medio del movimiento de la cinta que transporta el fertilizante desde la tolva a los platos. En esta foto falta el sistema eléctrico.

- En numerosas aplicaciones de dosis variable ocurre que los cambios que se requieren demoran varios segundos entre lo que se aplica efectivamente al ser detectado y lo prescripto como necesario para ese ambiente. Esto causa una dosis no deseada en ese sector del lote, provocando errores en la aplicación que luego se expresan en el rendimiento de los cultivos.
- Esta problemática se ha ido solucionando con el tiempo y hoy se trabaja con muy buenas precisiones en todo mundo ya que se ha logrado mejorar “los equipos de acción”, o sea, los actuadores que reciben la información de los monitores o de sensores en tiempo real. Estos pueden ser mecánicos, hidráulicos y/o eléctricos como así también los softwares que los asisten obteniendo de esta manera una mejor aplicación de fertilizantes en los sitios deseados.
- Sin duda estamos en presencia de máquinas más específicas y robotizadas a niveles de controlar metro a metro la aplicación e inclusive en medidas “sub métricas”.
- Considerando que los fertilizantes sólidos son los más difundidos en nuestro país debe ponerse especial consideración en la eficiencia de distribución a la hora de su aplicación.



- Muchos factores fueron y son los causantes de malas aplicaciones de fertilizantes. Pero por lo general siempre se toma de ejemplo a las fertilizaciones “al voleo” como las que mayores problemas causan en cuanto a distribución del producto en el campo. En Argentina han ido mejorando estos equipos, pero Europa siempre avanza más rápidamente con componentes electrónicos conectados a dispositivos que miden y a su vez pueden variar las distribuciones por medio de cambios en la maquinaria en tiempo real. En la Foto se muestra una deficiente fertilización nitrogenada del cultivo de maíz dada por una mala regulación de la fertilizadora.



Estas imágenes muestran una deficiente fertilización nitrogenada del cultivo de maíz dada por una mala regulación de la fertilizadora.

- Con este fin debemos apuntar a incorporar tecnologías de software que permitan lograr aplicaciones con la mejor distribución posible para no generar problemas de “sobre dosis” o “sub dosis” de fertilización en el campo que se manifiestan como franjas con mayores y menores incrementos de biomasa provocados por errores de manejo.
- En este aspecto Europa posee equipamientos muy precisos que regulan en tiempo real la dosis y cobertura dependiendo del mecanismo de aplicación, ya sean platos giratorios o sistema neumático. En el primer caso tienen una mayor dificultad para cumplir con la distribución ya que se ven mayormente afectados por la incidencia de los vientos haciendo indispensable contar con sistemas que vayan regulando el ancho de distribución.
- La solución a esta problemática llega a través de la incorporación de una estación meteorológica montada arriba de la maquinaria y comunicada a un sistema inteligente que puede estar combinado a una cámara filmadora que observe en tiempo real la distribución y a su vez controlando a un sistema mecánico, eléctrico o hidráulico que acciona para efectuar cambios en el ancho de aplicación o el ángulo de salida del fertilizante (por ejemplo en lugares montañosos).
- En nuestro país, han desarrollado y se están desarrollando equipos de pulverización que logran conocer y trazar una aplicación que brinda seguridad a los usuarios. La firma **Acronex** ha implementado un sistema de monitoreo en tiempo real con estación meteorológica que se encuentra conectado a dispositivos de la pulverizadora para indicar si hay riesgos de deriva o malas aplicaciones. Un sistema



similar se está utilizando en Alemania hace varios años para fertilizadoras al voleo donde regula, también en tiempo real, el ancho de aplicación según la dirección de los vientos.



- En las últimas muestras del sector agropecuario en EE.UU. y Europa se mostraron equipos con grandes velocidades de reacción para variar en ambientes contrastantes en cuanto a dosis aplicadas en muy poco tiempo. También se mostraron dispositivos de control que permiten lograr fertilizaciones tanto de productos sólidos como líquidos muy eficientes y bien distribuidos. Estos serán los cambios a los que nuestro país debe avanzar para lograr una eficiencia global de la fertilización.
- Todos los equipos que dependen de las variaciones ambientales durante el día deben tener sistemas de “ajuste rápido” para lograr hacer los cambios necesarios que aseguren una buena distribución de los fertilizantes. Esa condición es más crítica en equipos donde el fertilizante queda en el aire por una mayor distancia desde que es lanzado desde la descarga de distribución hasta que llega al objetivo en el suelo, esta mayor distancia recorrida determina que sea más difícil de lograr homogeneidad en la distribución.
- Hay que destacar que las diferencias entre las fertilizaciones radican en los productos aplicados y en cómo se aplican. Los tipos de fertilizante, sean sólidos o líquidos, pueden ser incorporados en el suelo con algún cuerpo fertilizador. En cuanto a la forma de aplicación tenemos como alternativas al voleo o con un chorro desde una determinada altura del suelo y dirigidos por un botalón con aire (en sólidos) o a presión (en líquido).
- Hoy Argentina no cuenta con tecnologías aplicadas a las máquinas fertilizadoras que permitan lograr aplicaciones con la mejor distribución posible. La “desuniformidad” en las aplicaciones al voleo son una problemática habitual y sería muy importante contar con estos desarrollos vinculados al software, “Agtech”, electrónica, hidráulica y mecánica. En estos casos el costo de la importación de tecnología de este tipo es relativamente cara teniendo en cuenta el costo de la maquinaria, pero es importante que se acceda a su instalación. Por eso muchos productores y contratistas prefieren utilizar las fertilizadoras neumáticas que tienen



menos posibilidades de que se modifique la dosis y ancho de aplicación por la acción del viento.

- La práctica de control selectivo de malezas en asociación con una estación meteorológica en la máquina no sólo reduce entre un 80 y 90% la cantidad de agroquímicos aplicados sino que también asegura que se realicen aplicaciones cuando las condiciones medio ambientales son adecuadas.

Propuesta y análisis de financiamiento como política activa para la adquisición de tecnología “Agtech”

A continuación se presentarán una serie de datos que buscan fundamentar la importancia del financiamiento para la promoción e incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión.

Como ya se ha mencionado existen tres grandes grupos de herramientas y equipamiento que serían susceptibles de ser adquiridos por parte de los productores, contratistas y asesores del sector:

“**H+S**”: Hardware + Software. Principalmente para siembra, pulverización y cosecha.

“**Acc**”: Accesorios menores, entre los que podemos mencionar a las estaciones meteorológicas y sensores individuales, entre otros.

“**S/L**”: Software o Licencias. Servicios “via web” o “a medida” que permiten llevar control, manejo y registro de prácticas a campo, compras y ventas “on line”, por ejemplo.

En líneas generales se espera que el financiamiento que se propone logre que las máquinas que realizan labores agrícolas obtengan mejoras en la eficiencia al desarrollar sus tareas específicas.

Los fondos que se destinen a modernizar estas máquinas se recuperaran en función de varios aspectos que se consideraran a continuación para cada tipo de equipamiento:

Resultados económicos a nivel productor y contratista

En **Pilotos automáticos** se espera una mejora en las eficiencias de labor que podrían superar el 5%. Este porcentual podría impactar sobre la utilidad de un contratista en un 25% considerando como base de cálculo que hoy realiza su actividad sin contar con este tipo de equipamiento.



De hecho, podríamos considerar para algunos casos un porcentaje mayor, pero se puede tomar como referencia el 5% según la tarifa acordada por FACMA que incluye la amortización del equipo de trabajo. Así, un contratista que realiza una hectárea de siembra, fertilización, pulverización o cosecha y cobra la tarifa mencionada obtiene un 5% del total de la productividad significando un real ingreso del 25%. Para ejemplificar el cálculo pensemos en un contratista que cobra 100 pesos y el 5% de ahorro por eficiencia de un piloto automático equivale a 5 pesos. Estos 5 pesos, parecen poco significativos, pero cuando en la práctica percibe el 20% de utilidad de esos 100 pesos (o sea 20 pesos), el ahorro de \$5 es el 25% de la ganancia. Normalmente los contratistas no tienen esa utilidad de 20% y para quedarse con un trabajo terminan resignando a través de un descuento una parte de la misma. Entonces si rebaja a un 10% su utilidad, aquel 5% del "efecto piloto automático" pasa a componer el 50% de la utilidad obtenida. Este razonamiento se podría trasladar a todas las labores y prácticamente de la misma manera con lo cual el recupero de estas tecnologías es mayor de lo que uno piensa. En el caso de esta tecnología es una de las únicas que le brinda un recupero para el contratista directamente.

En **siembra de precisión** los equipamientos permiten, en algunos casos, sembrar a mayor velocidad sin afectar la uniformidad de la siembra con lo cual el beneficio queda en el lote, o sea, para el productor. Aquí deberíamos rescatar también el valor de esta tecnología para el contratista quien se beneficia al poder realizar un mayor número de has. en menos tiempo pudiendo de esta forma sembrar una mayor superficie por campaña.

Desde el punto de vista del productor, si se trata de uno con rendimientos "medios a altos", una mayor uniformidad del cultivo se expresará en aumentos de rinde que podrían ir desde los 500 y llegando a los 3.000 kg/ha en cultivos de maíz para planteos de bajo rendimiento donde el impacto tecnológico siempre es mayor. En soja se esperan unos 400 kg/ha. Estos aumentos se han relevado en equipos que permiten mejorar la implantación mediante el copiado de los cuerpos de siembra pero, con un simple corte de sección, también se pueden obtener beneficios entre un 5% a un 10% según las superposiciones que genere el perímetro del campo.

De esta forma se lograría la sumatoria de beneficios de cada componente y dependerá de la cantidad de hectáreas que trabaje el número final del beneficio. Por ejemplo para 600 has de maíz los resultados serían: 600 has de maíz x 2.000 kg/ha (1.200 tn X \$20.000/tn) = \$24.000.000 pesos.

En soja 800 has x 400 kg/ha (320 tn X \$34.000/tn) = \$10.880.000 pesos.

Ahora sumando los beneficios de un equipamiento completo en sembradora y considerando un productor que siembra esas 800 has de soja y 600 de maíz obtenemos \$ 34.880.000 o su equivalente a un dólar de 106 pesos == 329.056 dólares. Mientras que un equipo completo puede costar entre 60.000 y 88.000 dólares según equipamientos y número de surcos.



A este beneficio se lo puede duplicar si en el caso de un contratista trabaja una mayor cantidad de has. Pero la realidad es que el contratista no puede cobrar el servicio lo que debería para compensar esta incorporación de tecnología con lo cual los principales beneficiarios serían el productor y el Estado a partir de una mayor producción. Por eso es fundamental el acceso de los contratistas a financiamientos blandos que permitan la adopción de estos equipamientos esperando de esta manera el efecto multiplicador de los rendimientos gracias al trabajo que desarrollan en varios campos logrando sumar así superficies considerables. Un criterio de selección para el otorgamiento de estos fondos podría ser el nivel de facturación de estas empresas de servicios ya que en su mayoría tienen capacidad de repago siempre y cuando el crédito no sea inferior a 4 años y la tasa razonable.

Para el caso de equipamiento orientados a "**Pulverización selectiva**" se puede lograr tranquilamente un ahorro de 60 dólares/ha considerado 2 aplicaciones en barbecho solo a las malezas. Es importante destacar que las pulverizadoras, en general, las poseen en mayor medida contratistas que se especializan en pulverización, aunque los que equipan sus máquinas con estos sistemas suelen ser productores grandes que quieren tener las máquinas trabajando en sus campos prioritariamente.

Por otra parte, una pulverizadora trabajada por un contratista puede hacer 15.000 has/año y si multiplicamos el ahorro que las aplicaciones selectivas podrían producir, estimamos unos 900.000 dólares de ahorro en herbicidas. De hecho, podríamos suponer que no sean dos "pasadas" en barbecho sino solo una y el número igual sería muy significativo - 450.000 dólares de ahorro.

También es interesante pensar, por ejemplo, en un productor con 2.000 has de campo propio que desee evaluar la conveniencia de esta inversión; el resultado sería 60.000 dólares de ahorro si hace una pasada y 120.000 dólares si fuesen 2 pasadas. El costo del equipo es de 144.000 dólares.

Estos equipos, aunque sean importados, terminan dando un recupero de dólares para el país ya sea por mejora en los rendimientos, como por ahorro de productos químicos que muchas veces también deben importarse.

Las **Estaciones meteorológicas** pueden ser consideradas como un producto que la sociedad reclama para que la maquinaria realice los trabajos sin deriva y con menores riesgos ambientales. Este equipamiento es el complemento ideal para una pulverizadora con aplicación selectiva. El costo de estas estaciones meteorológicas instaladas en pulverizadoras es aproximadamente de 10.000 dólares. Existe un potencial de instalación para más de 1.000 máquinas anuales.

A continuación se estiman las necesidades de fondos para financiar la modernización y tecnificación del parque de maquinarias del sector agrícola:

En el caso de los "**H+S**" se debe tener en cuenta que anualmente se venden un promedio de 800 para equipar cosechadoras, 6.000 para tractores y unos 1.000 para



pulverizadoras. En este último caso las nuevas unidades se entregan cada vez más equipadas de fábrica pero existe, por ejemplo, en pulverizadoras una gran cantidad de máquinas en muy buen estado que no poseen sensores o sistemas integrados por ejemplo.

En el tema de “**Acc**” existen muchos ítems como los monitores de siembra y banderilleros básicos o cortes de sección en pulverizadoras que ya se venden como equipamiento de fábrica y tienen un costo menor, por lo cual en principio no se considerará beneficiarlos a partir de créditos con tasas promocionales.

Tratándose de **pilotos automáticos** se pueden considerar como generales para todo tipo de maquinaria, desde tractores que traccionan una sembradora, o que llevan montada una pulverizadora o fertilizadora hasta pulverizadoras autopropulsadas o cosechadoras. En los últimos modelos ya vienen instalados desde fábrica sobre todo en empresas multinacionales. Estos pilotos automáticos para equipos usados pueden costar aproximadamente u\$s 10.000 y se estima que habría aproximadamente 1.000 equipos con necesidad de instalarlo, de esta manera serían necesarios unos **u\$s 10.000.000 de dólares** de inversión para este ítem.

Si se consideran equipamientos para **sembradoras de precisión** con 16 cuerpos, corte de sección, motores y sistemas de siembra eléctricos, dosificación variable, con monitores de siembra - importada o nacional instalados - pueden costar unos 60.000 dólares por equipo. Se estima que unas 600 sembradoras podrían equiparse demandando una inversión de **u\$s 36.000.000**.

En cuanto a **pulverización selectiva** se instalan sensores en pulverizadoras usadas. Actualmente se cuenta con 100 equipos provistos por 2 empresas para un ancho de labor de aproximadamente 24 metros. El costo por metro lineal es de 6 mil dólares que en 24 metros equivale a una inversión de 144.000 mil dólares por equipo. Para instalarlo en 100 máquinas se deberá disponer de un fondo cercano a los **u\$s 14.400.000**. Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores la incorporación este equipamiento tiene un “doble beneficio” tanto ambiental como económico ya que es fundamental para lograr una reducción significativa de la cantidad de fitosanitarios aplicados siendo muchos de ellos importados.

Otros accesorios indispensables son los sistemas de **estación meteorológica** como los ofrecidos por Acronex Unimap, especialmente desarrollados para el control automatizado del sistema de pulverización. Tienen un costo de u\$s 10.000 por equipo y su adopción es vital para evitar derivas. Estimando una venta de 400 equipos a u\$s 10.000 se requieren **4.000.000 de dólares** para financiar.

El software y licencias “**S/L**” aplicados a la agricultura de precisión cuestan aproximadamente u\$s 3.000 dólares y sus principales demandantes son los asesores. En general no son productos de alto valor por lo cual podrían adquirirse a través de una línea de créditos personales para profesionales del sector asociados a tarjetas de crédito u otros medios de financiamientos sencillos y ágiles. También como parte de la promoción



de los productos los proveedores deberían incluir capacitaciones específicas. Seguramente no menos de 100 asesores accederían a su adquisición en una primera etapa lo que implicaría un fondeo de 300.000 dólares.

Valoración económica de la tecnología Agtech

A continuación se considerará el impacto de la aplicación de la tecnología Agtech sobre los gastos directos y el resultado final como así también su incidencia en el Margen Bruto.

Para el correspondiente análisis se han considerado los Márgenes Brutos del cultivo de maíz para cinco regiones publicados en el Área de análisis económico de la Subsecretaría de Agricultura en su edición de setiembre/21.

Para desarrollar la modelización "con Agtech" se aplicaron coeficientes estimados de variación frente a una situación "sin Agtech" aplicando para cada caso los siguientes criterios:

- **Labores:** se asume un aumento en promedio del 7% del costo de las labores AgTech (Siembra y Pulverización terrestre) ya que el uso de Equipos Agtech significa una mayor inversión y mantenimiento lo que resulta en un costo mayor del servicio.
- **Insumos:** la utilización de tecnologías Agtech redundan en un uso más eficiente de los insumos ya sea en cantidad como en calidad pues permite la aplicación de dosis ajustadas a cada situación o ambiente en particular. Por este motivo se logra reducir el gasto en insumos cuando se realizan planteos de aplicación variable. Para estos casos la magnitud que se obtenga en la reducción del uso de insumos está relacionada con la cantidad utilizada en la situación inicial previa a la incorporación de las tecnologías Agtech.

En esta consideración se encuentran los fertilizantes y, entre ellos, la Urea con la posibilidad de reducir en un 25% la dosis promedio a aplicar sin que esta reducción impacte en el rendimiento ya que el ahorro obtenido se logra gracias a su adecuada distribución. En el caso de los fosforados no han sido considerados ya que en la siembra solo se aplican como arrancador y no como corrector.

- **Semilla:** en este caso valen las mismas consideraciones que se hicieran para la urea estimándose una reducción del 15% sin que esta reducción en la densidad afecte el rendimiento.
- **Fitosanitarios:** si se consideran los herbicidas es más difícil de mensurar el ahorro potencial, ya que dependerá del tipo de producto, dosis, forma de aplicación, precio, etc. Por lo tanto, se proyectó solo para algunos productos una reducción del 30% en la dosis correspondiente.



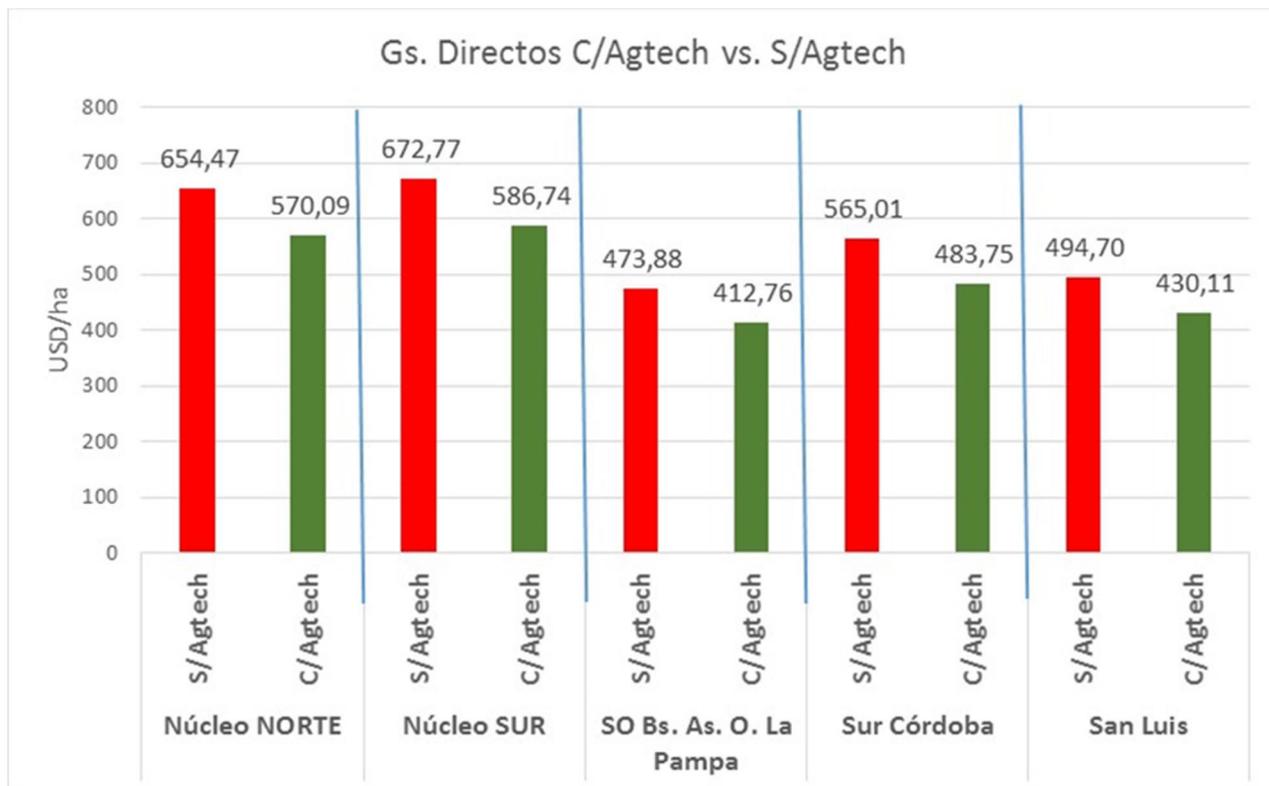
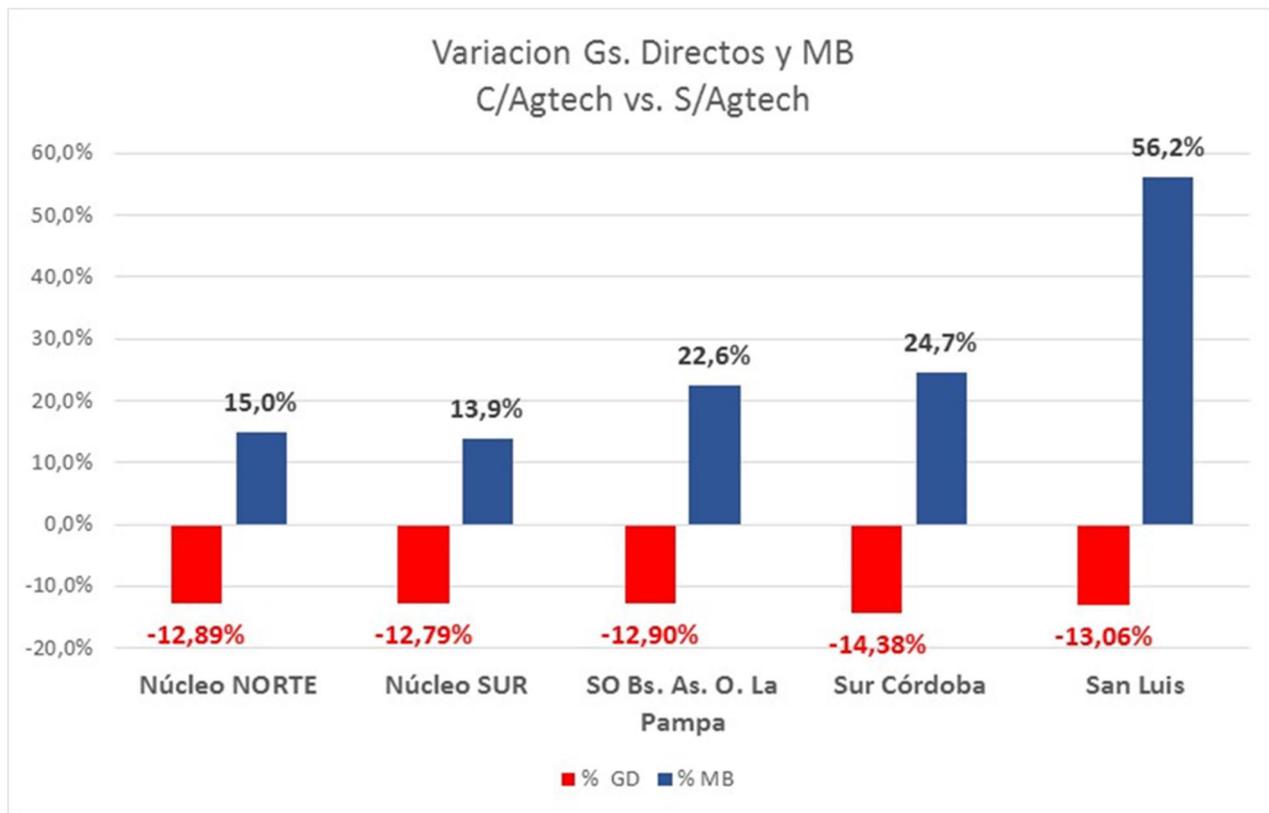
La siguiente tabla muestra los coeficientes considerados:

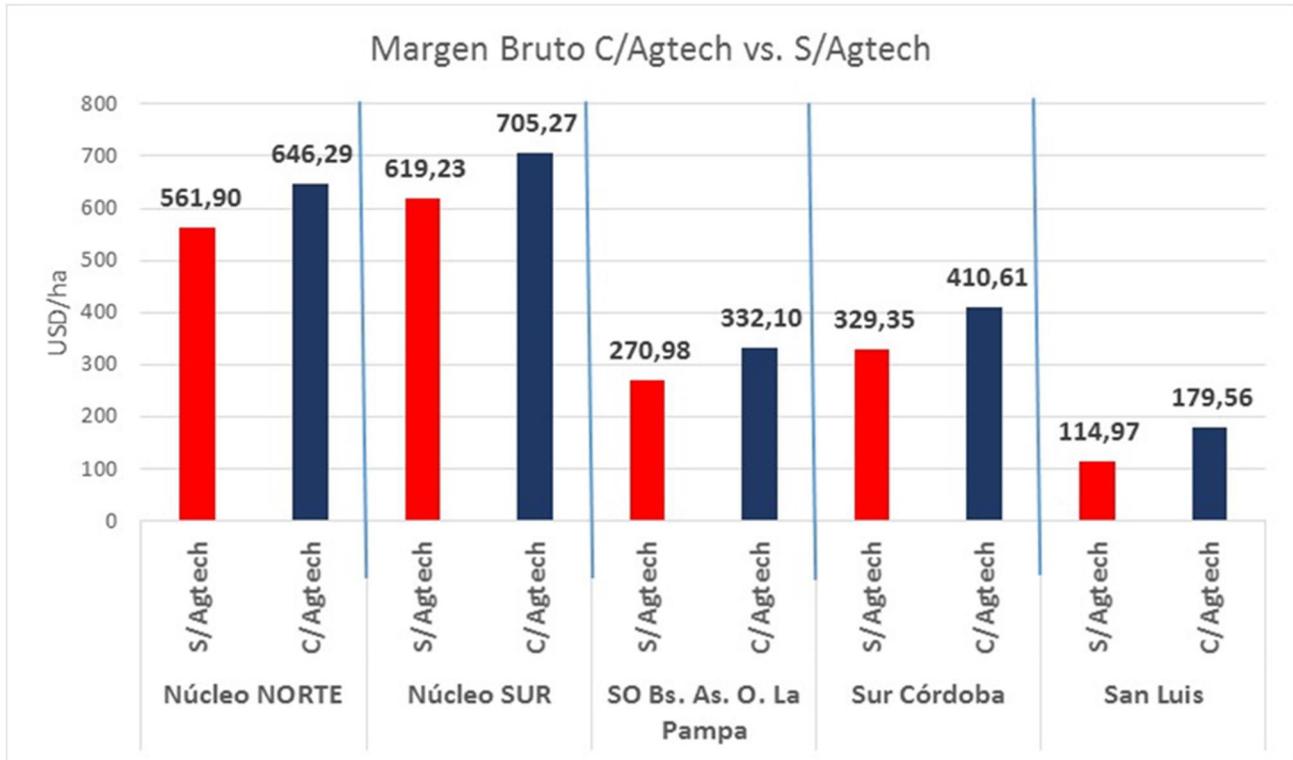
RUBRO	Coeficientes	
	Sin Agtech	Con Agtech
LABORES		
Siembra	1	1,07
Pulverizaciones	1	1,07
INSUMOS		
Semilla	1	0,85
Fertilizante	1	0,75
Herbicidas	1	0,8
Funguicidas/	1	1

Por ello los Resultados estimados en términos relativos puede presentar una disminución promedio el 13% en los gastos Directos y mejoras en el Margen Bruto que pueden variar desde el 13,9% al 54,2%, según la región a considerar.

Finalmente los gráficos que se presentan a continuación reflejan el impacto que tendría la incorporación de la tecnología Agtech en los gastos Directos y el Margen Bruto en las diferentes regiones agrícolas del país.







Fuentes consultadas

<https://www.youtube.com/watch?v=sqlwtstz0DU&feature=youtu.be>

<http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/siembra/Impacto-Economico-Siembra-Maiz-Alta-Velocidad.asp>.

<http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/siembra/Novedades-Distribucion-Siembra-Maiz-EEUU-y-Experiencias-INTA.asp>.

Noboru Noguchi. Japan Agriculture based on Robot Faming System et al. 155-160 20. Manfredi 2005. file:///C:/Users/Andr%C3%A9s%20M%C3%A9ndez/Downloads/19-Japan_Agriculture_Robot-Noguchi.pdf

Roberts Terry et al. 200. Manejo Sitio Especifico de Nutrientes - Avances en Aplicaciones con Dosis Variable. <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/dosis-variable/Manejo-Nutrientes-Sitio-Especifico.asp>

Bragachini Mario 2004. Manejo de cultivos por ambiente y evolución de la dosificación variable en Argentina. <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/dosis-variable/Manejo-Cultivo-Por-Ambiente-Evol-Dosificacion-Var.asp>

Libro del 7mo Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas. INTA Manfredi.





Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina