



EEA Anguil



**Difusión de la Agricultura de Precisión
en la Región Semiárida Pampeana Central**

Director: M. Sc. Lic. Roberto Bisang

Co-Directora: M. Sc. Ing. Agr. Isabel Truffer

Tesista: Ing. Agr. Corró Molas Andrés

La Tesis fue desarrollada en el marco de la *Maestría en Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

Junio de 2007

INDICE

Introducción	8
Capítulo 1: Principales características del sector agropecuario argentino	
1.1) Tendencias de la productividad y precio de productos en el sector agropecuario argentino	15
1.2) Tendencias en los márgenes brutos y estrategias adaptativas en la Región Semiárida Pampeana Central (RSPC)	16
1.3) Sistemas productivos predominantes en la Región Semiárida Pampeana Central y adopción de tecnologías	18
1.4) Importancia del sector agropecuario en la economía regional. Principales productos	21
1.5) Potenciales adoptantes de la agricultura de precisión	25
Capítulo 2: La difusión de innovaciones	
2.1) La innovación como estrategia competitiva	29
2.2) Aspectos del conocimiento que influyen en su transmisión	34
2.3) La difusión de innovaciones. Modelos explicativos	35
2.4) Etapas del proceso de adopción de innovaciones	39
2.5) Categorías de adoptantes en relación al momento de adopción	40
2.6) Atributos de los adoptantes y predisposición a la adopción	41
2.7) Efecto de la disponibilidad de recursos económicos sobre la adopción de tecnología	43
2.8) Atributos de la innovación que afectan la adopción	43
2.9) Atributos del ambiente que afectan la adopción de innovaciones	44
Capítulo 3: La agricultura de precisión	
3.1) Concepto de agricultura de precisión	46
3.2) Sistemas de posicionamiento utilizados en agricultura de precisión	46
3.3) Innovaciones de la agricultura de precisión.	47
3.4) Adopción de la agricultura de precisión en el mundo, la argentina y la Región Semiárida Pampeana Central	48
3.5) Beneficios asociados a la adopción de agricultura de precisión	52

Capítulo 4: Adopción de banderilleros satelitales, monitores de rendimiento y equipos de fertilización variable

4.1) La dinámica del mercado de maquinaria agrícola en los últimos años	55
4.2) Localización de proveedores de maquinaria agrícola	58
4.3) Origen de los componentes de agricultura de precisión	59
4.4) Tendencias en el mercado de maquinaria agrícola	60
4.5) Tendencias en la ejecución de labores agrícolas asociadas a los adoptantes potenciales de agricultura de precisión	61
4.6) Adopción de banderilleros satelitales y monitores de rendimiento	66
4.7) Adopción de fertilización variable	68

Capítulo 5: Resultados

A) Primera parte

5.1) Atributos de las innovaciones	74
5.1.a) Ventaja relativa. Beneficios de la adopción de Banderilleros satelitales, monitores de rendimiento y fertilización variable	75
5.1.b) Compatibilidad de las innovaciones con la operatoria de trabajo habitual	81
5.1.c) Complejidad para utilizar las innovaciones	83
5.1.d) Facilidad de experimentación	90
5.1.e) Observabilidad de las innovaciones	90
5.2) Atributos de los adoptantes y adopción de Agricultura de Precisión	
5.2.a) Categorías de adoptantes y adopción de agricultura de precisión	92
5.2.b) Capacidades de absorción y adopción de agricultura de precisión	94
5.2.c) Factores organizacionales y adopción de agricultura de precisión	96
5.2.d) Tamaño de la firma y adopción de agricultura de precisión	96

5.2.e) Edad y adopción de agricultura de precisión	99
5.2.f) Actor que se constituye en principal adoptante de agricultura de precisión	99
5.2.g) Actitud hacia las nuevas tecnologías (ensayos de prueba)	100
5.3) Atributos del ambiente	
5.3.a) Situación económica general y adopción de agricultura de precisión	101
5.3.b) Incertidumbre y mejoras incrementales en la adopción de agricultura de precisión	102
5.3.c) Limitantes del uso de fertilizantes líquidos que afectan la adopción de fertilización variable líquida	104
5.3.d) Existencia de promotores de innovaciones	106
B) Segunda parte	
5.4) Principales motivaciones en relación al momento de adopción	110
5.4.a) Etapa temprana	
I) Trayectoria tecnológica individual de la empresa	111
II) Estar preparado para la adopción de otras innovaciones	111
III) Estimación de crecimiento del mercado	113
IV) Diferenciación del servicio	113
V) <i>Technology push</i> de los proveedores	113
VI) Otras	115
5.4.b) Etapa tardía	
II.a) Presión de la demanda de servicios (clientes)	115
Capítulo 6: Conclusiones	117
Bibliografía	124

Anexos

Anexo 1: Estrategias metodológicas	
1) Enfoque	133
2) Recorte del objeto de estudio	133
3) Instrumentos utilizados	135
4) Aplicabilidad de los resultados	137
Anexo 2: Modelo de entrevista: banderillero satelital	138
Anexo 3: Zonas agro-estadísticas de la provincia de Buenos Aires	140
Anexo 4: Calibración de monitores de rendimiento	141
Anexo 5: Regiones trigueras de Argentina	142
Anexo 6: Innovaciones de la agricultura de precisión	143
Anexo 7: Mejoras incrementales: surco virtual	148
Anexo 8: Relaciones entre actores identificadas en la adopción de diferentes innovaciones de la agricultura de precisión	149
Anexo 9: Flujo de información entre actores identificado en la adopción de diferentes innovaciones de la agricultura de precisión	150

Listado de Abreviaturas

AAPRESID:	Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa
AP:	Agricultura de Precisión
BS. AS.:	Buenos Aires
BS:	Banderillero Satelital
CIALP:	Colegio de Ingenieros Agrónomos de La Pampa
CFI:	Consejo Federal de Inversiones
CREA:	Consortios Regionales de Experimentación Agrícola
DEMAACO:	Desarrollo de Maquinaria Agrícola de Alta Complejidad
DGEyC:	Dirección General de Estadística y Censos
DGPS:	Sistema de Posicionamiento Global Diferencial
EAP:	Explotación Agropecuaria
EEA:	Estación Experimental Agropecuaria
FACMA:	Federación Argentina de Contratistas de Maquinaria Agrícola
FV:	Fertilización Variable
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
INDEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INTA:	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
LP:	La Pampa
MR:	Monitor de Rendimiento
PEA:	Población Económicamente Activa
PEI:	Plan Estratégico Institucional 2005-20015 de INTA
RSPC:	Región Semiárida Pampeana Central
RADAR:	Red Agroeconómica de Administración de Recursos
RIAP:	Red de Información Agropecuaria
RTK-GPS	Sistema de Posicionamiento Global Cinemático en Tiempo Real
SL:	San Luis
SAGPyA:	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación
UEyEA:	Unidad de Extensión y Experimentación Adaptativa
VBP:	Valor Bruto de la Producción
VRT:	Dosis Variable de Insumos

Agradecimientos

A Juliana y mi pequeña María Paz, por mis ausencias.

A mis padres.

A todos aquellas personas que con su esfuerzo y ejemplo, sirven de guía para quienes iniciamos este camino.

A los productores y profesionales, que con su buena disposición motivan nuestra búsqueda de lo nuevo.

A la sociedad, que sustenta nuestro trabajo en la espera de resultados provechosos.

A los entrevistados, que me confiaron su experiencia.

A quienes realizaron correcciones a las versiones preliminares y ofrecieron su colaboración.

A mi codirectora, director de tesis y director de beca, por dedicarme su valioso y escaso tiempo.

INTRODUCCIÓN

Cada vez con mayor énfasis se reconoce la importancia de las innovaciones¹ en el desarrollo económico (Rosegger N., 1986; Freeman C., 1971).

El análisis de la génesis y difusión de innovaciones se realiza tanto a nivel de diferentes países, como en una escala regional al interior de cada país.

Los países del primer mundo analizan estrategias y políticas de fomento a la innovación en un intento por fortalecer las actividades innovativas, considerando su supuesto impacto benéfico sobre el conjunto de la economía. A su vez, analizan las formas en que pueden identificar y aprovechar núcleos de intensa actividad innovativa fronteras afuera.

Esta perspectiva también es de utilidad en los países de menor desarrollo relativo. Sin embargo, en países como Argentina, el cociente entre innovaciones tecnológicas de no residentes / innovaciones tecnológicas de residentes es mayor² (Edsberg y otros, 2002; Albornoz y otros, 2003). Esto implica una mayor magnitud relativa de los procesos de difusión de innovaciones provenientes de empresas extranjeras. Como consecuencia de ello, una gran proporción de la tecnología en uso es de origen exógeno.

El proceso de difusión de innovaciones ha sido ampliamente estudiado en distintas circunstancias y distintos enfoques. Uno de los pilares de la teoría sobre difusión de innovaciones lo constituye el aporte de Everett Rogers, quien inicialmente en 1962 plantea las bases del proceso y sus condicionantes, que hasta el día de hoy, son fortalecidos con nuevas evidencias empíricas. Se han

¹ Innovación: “incorporación de conocimiento (propio o ajeno) con el objeto de generar un proceso productivo” (Sábato y Botana, 1968)

² El número de patentes solicitadas y otorgadas, a residentes y a no residentes, suelen ser los indicadores más utilizados asociados a la generación de tecnología endógena. A partir de éstos se han contruido indicadores de dependencia, de autosuficiencia, de viabilidad, etc.

planteado teorías alternativas que no han logrado quitar vigencia a la sencillez y la evidencia de la propuesta de Rogers E. (1995)³.

El proceso de difusión de innovaciones implica, por un lado, un cambio tecnológico que genera mejoras diversas (en la eficiencia, calidad, sustentabilidad, impacto ambiental, etc.) dependiendo de las características de cada innovación.

Por otro lado, la adopción es un aprendizaje. Este aprendizaje es específico y no es posible transferirlo a los diferentes procesos de adopción como una mercancía. Esta especificidad responde a los diferentes aspectos regionales que intervienen en el mismo (características socioeconómicas de la región, tecnología actualmente en uso, características de los recursos humanos y económicos disponibles, interrelación de diferentes actores, etc.)

Las características de contextos nacionales y/o regionales sobre los que se difunden las innovaciones hacen que la misma innovación sea difundida a distintas velocidades dependiendo de factores internos.

Para comprender los procesos de adopción de las innovaciones que se presentan en el mercado, es necesario el análisis de cada uno de los aspectos que directa o indirectamente influyen sobre el aprendizaje y sobre la capacidad de una región para adoptar nuevas tecnologías. Esto permitiría interpretar diferentes trayectorias tecnológicas a igual disponibilidad de innovaciones, situación frecuente en condiciones reales.

En la presente tesis se analizarán algunos atributos de la innovación, de los adoptantes y del ambiente propuestos principalmente por Rogers (1995), los cuales son considerados de relevancia en relación con la dinámica de difusión

³ Para una revisión de algunos de los distintos enfoques relacionados ver Nutley et al. 2002.

de tres innovaciones de la Agricultura de Precisión⁴ en la Región Semiárida Pampeana Central⁵.

La teoría contribuye con el aporte de herramientas de análisis para ser utilizadas en cada situación particular, pero no faculta a la extrapolación de resultados.

Esta especificidad implica, para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y para las Universidades que realizan actividades de generación, adaptación y transferencia de tecnología, la necesidad de conocer en profundidad las características intrínsecas de cada región, de manera de intervenir en forma eficaz y eficiente en la promoción de los procesos innovativos. El INTA, en su Plan Estratégico Institucional 2005-2015 readecua su misión fundacional al contexto actual estableciendo que ***“realizará y promoverá acciones dirigidas a la innovación en el sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial para contribuir integralmente a la competitividad de las cadenas agroindustriales, salud ambiental y sostenibilidad de los sistemas productivos, la equidad social y el desarrollo territorial mediante la investigación, desarrollo tecnológico y extensión”***

En la Región Semiárida Pampeana Central, dentro del sector agropecuario, conviven empresas con distinto grado de adopción de tecnología que invierten diferentes recursos en esfuerzos innovativos.

Muchas de las innovaciones en uso en la región semiárida pampeana comenzaron su proceso de difusión hace varios años, como la utilización de variedades mejoradas, el estacionamiento del servicio en cría bovina, el uso del

⁴ La Agricultura de Precisión (AP) se define como el “manejo de la variabilidad espacial y temporal a nivel de sub-parcela para mejorar el retorno económico y reducir el impacto ambiental” (Fountas et al. 2003)

⁵ La región semiárida pampeana central comprende principalmente la Provincia de La Pampa. Oeste de Buenos Aires, Sur de Córdoba y Sur de San Luis.

pasto llorón en la región del Caldenal⁶ o la siembra directa y el cultivo de soja resistente a Glifosato en el noreste de La Pampa, etc.

En una etapa incipiente de ese mismo proceso se encuentra hoy, un conjunto de innovaciones reunidas bajo el nombre genérico de Agricultura de Precisión (AP), que posiblemente producirán el próximo salto en competitividad en muchas empresas agropecuarias de la región. Este conjunto incluye banderilleros satelitales, monitores de rendimiento, monitores de siembra, equipos para aplicación de dosis variable de insumos, entre los más conocidos (Bragachini, M. y otros 2006a)

Estos nuevos equipos surgen de la aplicación de la informática, la electrónica y las comunicaciones a las actividades propias del sector.

El desarrollo tecnológico de nuevas y mejores herramientas de AP encuentra a la Argentina en una posición privilegiada debido a la magnitud de su sector agropecuario, el cual se constituye en un demandante potencial de este tipo de tecnologías. Se han identificado algunos obstáculos (como el escaso relacionamiento de las masas críticas de software existentes en el país con el entorno agropecuario) que limitan el desarrollo endógeno de tecnologías de AP (Albornoz, 2006)⁷.

La difusión de la AP en la Región Semiárida Pampeana Central (RSPC) producirá cambios en la competitividad, la salud ambiental y la equidad social (Objetivos Generales del INTA⁸) los cuales deben ser analizados en etapas incipientes del proceso de adopción.

⁶ Región de La Pampa y San Luis donde predomina el bosque de caldén (especie arbórea)

⁷ Para mayor información de este aspecto, Albornoz (2006) realiza un análisis detallado del software asociado al sector agropecuario argentino.

⁸ Plan Estratégico Institucional 2005-2015.

Los antecedentes de la literatura, y los resultados obtenidos del presente estudio, pueden contribuir al diseño de nuevas estrategias de intervención relacionadas a la adopción de la AP.

Las particularidades de cada herramienta de la AP y del contexto social donde se difunden, requieren estudios locales para poner a prueba posibles hipótesis y consolidar una base de experiencias que oriente futuras estrategias institucionales.

Dentro del conjunto de innovaciones de la AP existen aquéllas como los banderilleros satelitales, que han sido ampliamente difundidas en la RSPC.

Por otro lado, los monitores de rendimiento y los equipos de aplicación variable de fertilizantes no han sido adoptados en la misma proporción evidenciando la existencia de posibles limitantes a la adopción. Hasta el momento no existen estudios que analicen los motivos de la baja adopción relativa de estas innovaciones en la región.

A los fines de definir el objeto de estudio de la presente tesis se han seleccionado tres herramientas de la AP: 1) Banderilleros satelitales (BS), 2) Monitores de rendimiento (MR) y 3) Dosis Variable de Fertilizante (FV).

La elección responde a dos razones fundamentales. Por un lado, la mayor adopción de estas herramientas respecto de otras disponibles en Argentina. Por el otro, las características particulares de cada innovación, que implican un contraste importante que puede arrojar luz al entendimiento de las diferentes tasas de adopción observadas.

La presente tesis propone:

- Analizar el proceso de difusión de tres innovaciones de la Agricultura de Precisión (Banderillero Satelital, Monitor de Rendimiento y Fertilización Variable) en la Región Semiárida Pampeana Central.
- Identificar factores que estimulan ó retrasan la adopción.
- Aportar evidencia empírica que contribuya a la elaboración de estrategias de intervención futuras.

Las hipótesis que se plantean son:

- 1) Existe un gradiente de complejidad en la adopción de Fertilización Variable (alta), Monitores de Rendimiento (media) y Banderillero Satelital (baja).
- 2) Las diferencias en complejidad demandan diferentes niveles de información y capacidades de recursos humanos.
- 3) Los beneficios y costos de adopción de BS se encuentran ubicados en la misma unidad (individuo/organización), mientras que en MR y FV involucran a más de un actor.
- 4) La dinámica de adopción del banderillero satelital depende principalmente de un actor (contratista) mientras que la correspondiente a monitores de rendimiento y fertilización variable depende al menos de dos actores (contratista y productor).
- 5) La actividad de promotores de innovaciones (agentes de cambio y líderes de opinión) permite explicar diferentes tasas de difusión de innovaciones entre zonas de similar productividad, dentro de la misma Región Semiárida Pampeana Central.

Las estrategias metodológicas utilizadas se describen en el anexo I.

En la presente tesis se analizan, en el capítulo 1, las características socioeconómicas de la región objeto de estudio, que constituye el contexto donde se producen los procesos de adopción de AP.

En el capítulo 2 se analizan las propiedades más importantes de la innovación y del conocimiento, que permiten comprender la naturaleza del proceso de difusión de innovaciones, destacando los factores que predisponen a la adopción de nuevas tecnologías.

En el capítulo 3 se describen las características principales de las innovaciones en estudio, el nivel de adopción actual y sus beneficios.

Posteriormente se describen aspectos específicos a la adopción de BS, MR y FV en relación al mercado de maquinaria donde se insertan, sus tendencias, sus proveedores y los posibles cambios provocados por la adopción (capítulo 4)

Finalmente, se presentan los resultados y conclusiones.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
DEL SECTOR AGROPECUARIO ARGENTINO

1.1) Tendencias de la productividad y el precio de productos en el sector agropecuario argentino

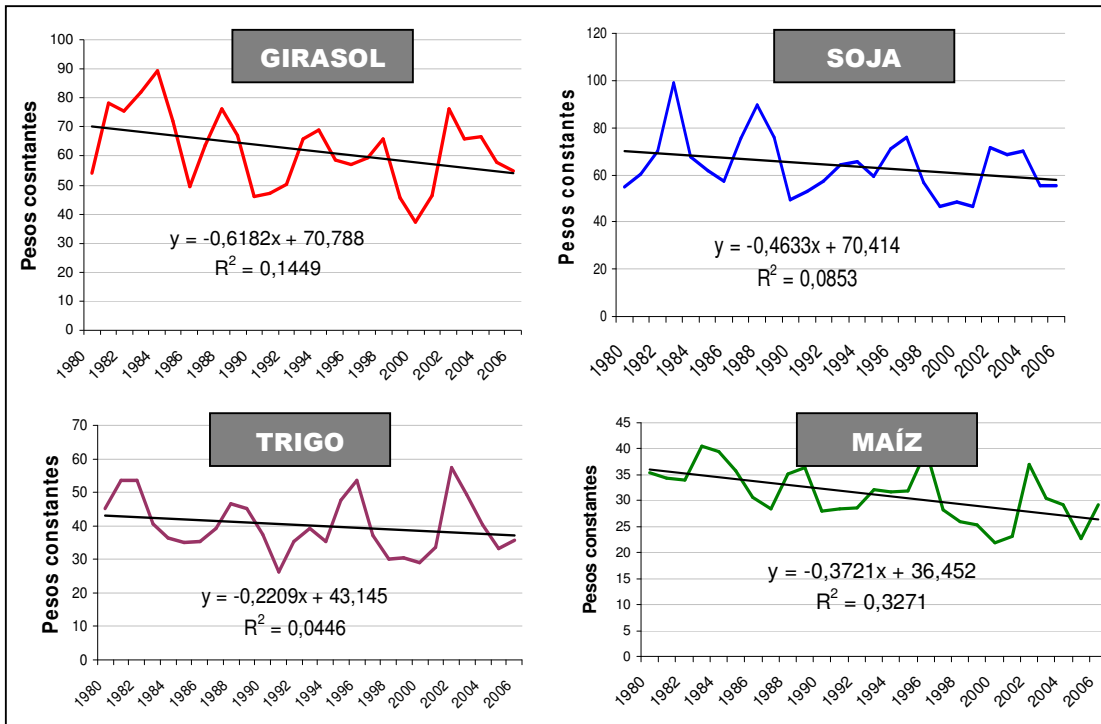
La difusión de la agricultura de precisión (AP) se encuentra inmersa en un entorno que es necesario analizar para comprender su dinámica.

A nivel nacional e internacional se observan algunas tendencias en el sector agropecuario que definen la necesidad de aumentar la competitividad para permanecer en el sector.

El índice de productividad agrícola⁹ conjunto de los cultivos de maíz, girasol, soja y trigo (principales productos de la actividad agrícola de la región pampeana) tuvo, en el período 1970-1998, un incremento del 1,85 % anual mientras que la tasa de disminución de los precios internacionales fue de 2,13 % (Iglesias, 2000) El precio de la carne también muestra en ese período una tendencia decreciente aunque con menor tasa de disminución.

A partir de 2000, continúa la misma tendencia de largo plazo en los precios aunque con aumentos relativos (al período 1998-2002) del precio de los granos, especialmente de oleaginosas (Fig. 1)

⁹ Índice de Productividad Agrícola: conformado por la productividad (qq/ha) de los cultivos de maíz, girasol, soja y trigo.



Obs.: valores expresados en pesos constantes a diciembre de 2006.

Fig.1: Evolución de los precios de los principales cultivos en la Argentina (Elaboración propia en base a Agromercado, febrero 2007- Primera fuente: Bolsa de Cereales de Bs As.)

1.2) Tendencias en los márgenes brutos agrícolas y estrategias adaptativas

La evolución del margen bruto en los últimos 25 años se observa en la Fig. 2

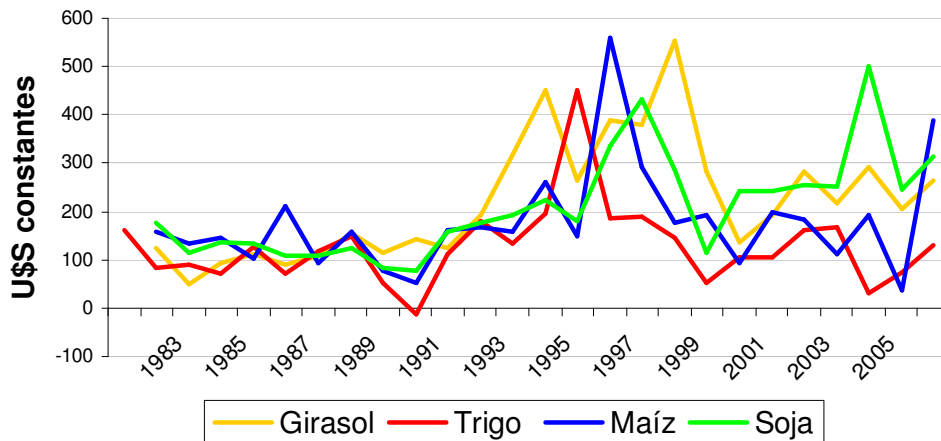


Fig. 2: Evolución del margen bruto de los principales productos agrícolas durante el período 1981-2006. (Fuente: Elaboración propia en base a Revista Agromercado N° 134)

Se presenta una etapa de bajos márgenes, en prácticamente todos los cultivos principales de la región, durante la década del 80'. En la década del 90', se observa un incremento de los márgenes a partir del año 1992 en la mayoría de los cultivos, con valores que duplican en muchos casos a los de la década anterior. Hacia fin de la década del 90' se vuelve a valores cercanos a la década del 80'. A principios de 2002 se produce la devaluación¹⁰. A partir de ese momento mejoran nuevamente los márgenes brutos de las oleaginosas (girasol y soja) y se mantienen bajos los márgenes de los cereales. Desde fines de 2006, y empujado por el posible corte de combustibles con etanol en Estados Unidos, el precio del maíz aumenta en forma considerable.

Cabe destacar que la región de estudio presenta zonas mixtas (agricultura e invernada bovina) con diferentes condiciones agroecológicas¹¹ zonales, que determinan diferentes capacidades de adaptación a los cambios en los márgenes brutos agrícolas.

A modo de ejemplo, en el oeste de Buenos Aires y Noreste de La Pampa, en situaciones de bajo precio del maíz (o bajo margen bruto) se producen estrategias adaptativas para convertir este cereal en carne, sin que esta baja afecte en forma importante el negocio agropecuario. Un precio bajo de maíz disminuye los costos de producción de carne en general¹², y bovina en particular, generando una sustitución de actividades. También es posible reemplazar este cultivo por otros como girasol o soja.

En la región sureste de La Pampa, a diferencia de la situación de sustitución mencionada anteriormente, una baja del precio del trigo (o bajo margen bruto)

¹⁰ La devaluación implicó la caída del régimen de Convertibilidad (1 peso=1 dólar) y un ajuste del tipo de cambio que, luego de fluctuaciones propias de la crisis, se ubicó alrededor del tercio. (3 pesos=1 dólar)

¹¹ Condiciones agroecológicas: características de suelo, clima, etc. que determinan las posibilidades de producción y la productividad potencial.

¹² El maíz es un componente importante del costo de alimentación de para producción de carne.

no puede ser soslayada por la mayoría de los productores, ya que las condiciones agroecológicas no permiten cultivos agrícolas de verano para cosecha económicamente viables, en la mayoría de los años. La misma baja del margen bruto del trigo en otra zona, como el noreste de La Pampa, sur de Córdoba y Oeste de Buenos Aires, produce un efecto diferente, provocando una disminución de la producción y superficie destinada a este cereal, en beneficio de cultivos alternativos, como sucedió en los últimos años en favor de cultivos oleaginosos (Soja y Girasol)

Existe una diferencia marcada entre la evolución de los precios de los productos agrícolas (fig. 1) y los márgenes brutos de producción de los mismos (fig.2). Estas diferencias pueden deberse, entre otros aspectos, a cambios en las relaciones insumo/producto y/o a cambios tecnológicos. En cuanto a los primeros, la mayor disminución de costos se da en los insumos agroquímicos con excepción de los fertilizantes (Revista Agromercado, 2007).

Cabe destacar que el cambio tecnológico en el sector agropecuario se produce en las diferentes modalidades: innovaciones de producto (Ej: incorporación del cultivo de soja), de proceso (ej.: uso de siembra directa) y organizacionales (Ej.: conformación de pools de siembra).

1.3) Sistemas productivos predominantes en la Región Semiárida Pampeana Central y adopción de tecnologías

La región comprendida por La Pampa, Sur de Córdoba, Sur de San Luis y Oeste de Buenos Aires integra diferentes zonas agroecológicas que cuentan con sistemas de producción propios (Figura 3). En el extremo suroeste de La Pampa (1), actualmente sólo es posible la producción agropecuaria con fines

económicos a partir del riego. Un sector intermedio (2) tiene como principal actividad la ganadería, seguido hacia el noreste, por un sector mixto agrícola-ganadero con predominio de actividad de invernada y/o ciclo completo de bovinos (3). Finalmente, el extremo noreste de La Pampa, sur de Córdoba y Oeste de Buenos Aires (4) presenta sistemas de producción agrícola-ganaderos con predominio de la agricultura.

En las zonas 3 y 4 coexisten establecimientos intercalados dedicados a la actividad láctea (de menor significación relativa en cuanto a número y superficie trabajada). En los últimos años, en el sector 4, se produjo en forma incipiente un cambio hacia la agricultura continua.

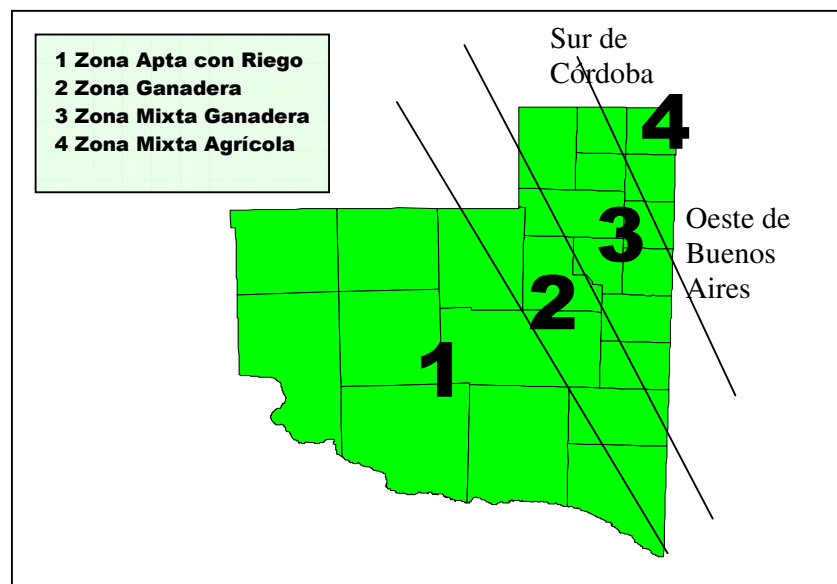


Fig. 3: Areas según sistemas productivos predominantes en la región de estudio

El centro-oeste y oeste de la provincia de La Pampa no es considerado en el presente trabajo debido a que la agricultura de precisión no dispone actualmente de innovaciones en proceso de difusión masiva adaptadas a esa zona.

La RSPC, analizada en el presente estudio, comprende la zona mixta agrícola-ganadera que abarca el este de La Pampa, oeste de Buenos Aires, sur de Córdoba y de San Luis (zonas 3 y 4).

Los principales factores que determinan las condiciones agroecológicas y limitan la productividad de los cultivos en esta región son las precipitaciones (Fig. 4) y la profundidad de suelo. Esta última determinada por la presencia de una capa de material calcáreo conocido como Tosca (Fig. 5)¹³

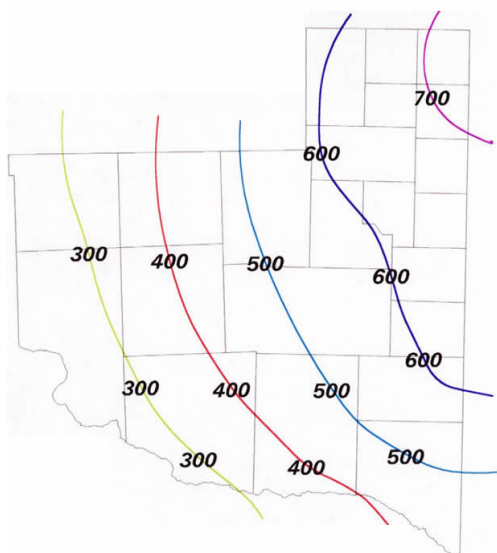


Fig. 4: Precipitaciones promedio anuales en La Pampa 1921-1960 (Fuente: RIAP)

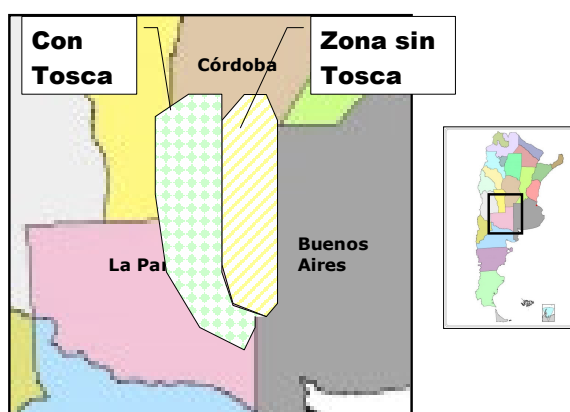


Fig. 5: Presencia de tosca a profundidad variable (Elaboración Propia en base a Lorda y otros 2003b).

La productividad de cada zona determina fuertemente la capacidad de poner en práctica esquemas productivos con incorporación de tecnología agrícola avanzada. Esto se debe principalmente a que los recursos para amortizar el costo de la tecnología provienen generalmente de la producción misma. Por esta razón, las zonas con mayor productividad suelen adoptar mayor cantidad

¹³ El objeto de la descripción somera de las principales limitantes es situar al lector en los rasgos fundamentales que definen la productividad en la región de estudio. Existen otros factores limitantes de importancia y situaciones especiales aún dentro de los mencionados que no se considera oportuno analizar. Para mayor detalle consultar Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Pampa y Caracterización Agroedáfica y Agroclimática del Area Triguera de la Provincia de La Pampa.

de prácticas tecnológicas (dentro del conjunto disponible para una región determinada).

Se observan diferencias entre zonas en cuanto a la adopción de siembra directa (Corró Molas, 2001 Inédito), la utilización de híbridos de alto potencial, el manejo de malezas, plagas y enfermedades (Lorda y otros 2003 a y b, Encuesta Tecnológica 2000, Proyecto RADAR) y el uso de silaje y sistemas de autoconsumo. A modo de ejemplo, se menciona que mientras en una zona se está analizando la posibilidad de comenzar a trabajar con silajes en sistemas de autoconsumo, al mismo tiempo, en otra zona ya se trabaja con esta tecnología y se está analizando la adopción de otra.

Si se repite el mismo comportamiento, y en ausencia de otras variables que también influyen¹⁴, sería esperable que la AP comenzara su proceso de adopción en las zonas con mayor productividad (Sur de Córdoba, Noreste de La Pampa y Oeste de Bs As)¹⁵

1.4) Importancia del sector agropecuario en la economía regional. Principales productos

Debido a que la provincia de La Pampa ocupa la mayor parte de la RSPC y sus características socioeconómicas no difieren en gran medida del resto de la región se tomará como unidad de análisis para caracterizar la estructura agropecuaria.

El **Producto Bruto Geográfico** de la Provincia de La Pampa, en el año 2002, estaba compuesto en más de un 63% por el sector terciario, un 22% corresponde al sector primario y el 15% restante representa al sector

¹⁴ Estas variables serán analizadas en el Capítulo: Difusión de Innovaciones

¹⁵ Las diferencias zonales en cuanto a adopción de AP serán analizadas posteriormente.

secundario (Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de La Pampa).

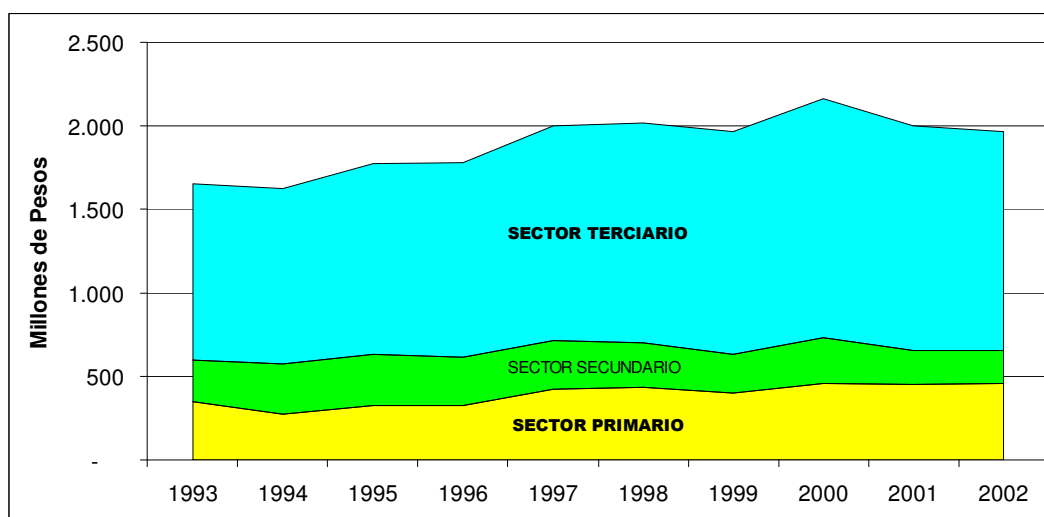


Fig. 6: Valor Bruto de la Producción (En pesos constantes base 1993)
(Fuente: elaboración propia en base a DGEyC Gob. La Pampa)

El análisis del año 2002 muestra que la Producción Bruta del Sector Primario representa el 18 % de la Producción Bruta Provincial. Los sub-sectores **agrícola y ganadero** representan el **49% y 47%** respectivamente del sector primario (Iturriz G., 2005). La evolución del Valor Bruto de la Producción (VBP) total y del sector Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca¹⁶ se muestran en la fig. 7.

¹⁶ Dentro de este sector los rubros principales son la Agricultura y Ganadería.

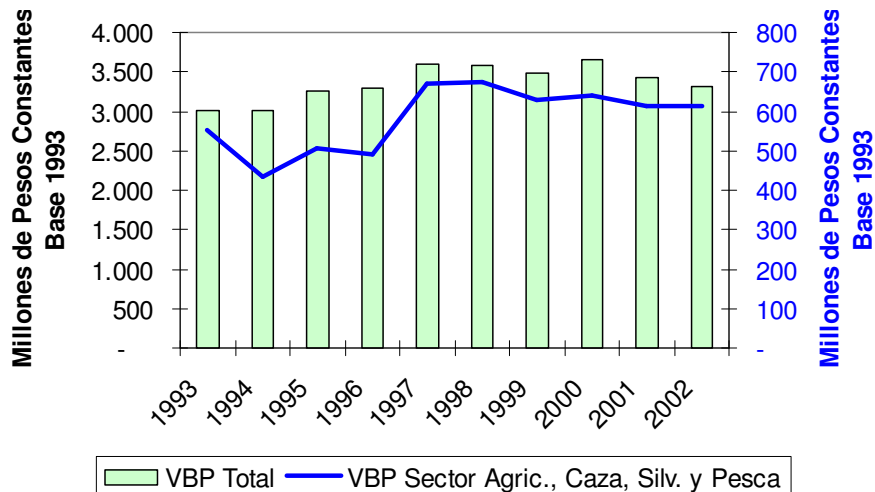


Fig.7: Valor Bruto de la Producción Total y del sector Agricultura, Caza, Silvicultura y Pesca (Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGEyC de La Pampa)

Dentro de la producción agrícola se destacan los cultivos de **girasol, trigo, maíz y soja**. Los 3 primeros representan el **16, 5 y 3 %** de la producción nacional. En cuanto a superficie sembrada para cosecha, estos cultivos representan el **16, 7 y 11 %** de la superficie sembrada nacional. (SAGPyA, promedio de campañas 1995/96 a 2004/05)

La evolución de la superficie sembrada en La Pampa se observa en la fig. 8.

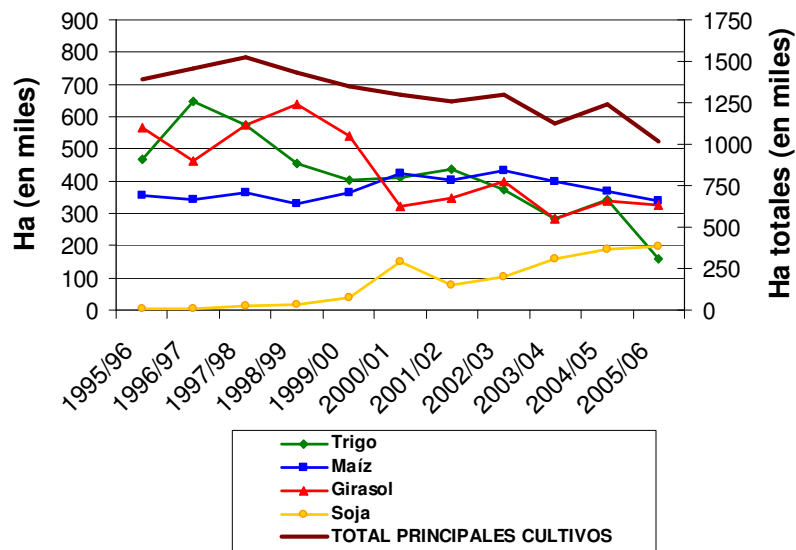


Fig. 8: Evolución de la superficie sembrada con cultivos principales en La Pampa (Fuente: elaboración propia en base a Web SAGPyA)

En los últimos años se manifiesta una tendencia a la disminución de la superficie total sembrada para los principales cultivos. El maíz es el cultivo más estable. La superficie de trigo y girasol tiene tendencia a disminuir en La Pampa, mientras que el cultivo de soja muestra un crecimiento sostenido.

La disminución de la superficie sembrada total se comprende dentro de situaciones ambientales de inundación seguida de sequía. El pico máximo de inundación fue registrado en 2001, aunque sus consecuencias se manifiestan hasta dos años después. La sequía sufrida durante los años 2003, 2005 y 2006 pueden haber contribuido también a esta tendencia decreciente. A modo de ejemplo se menciona para la localidad de General Pico (noreste de La Pampa), cuya media de precipitaciones anual de los últimos 10 años es de 885 mm., las precipitaciones de los años 2003, 2005 y 2006 ascendieron a 588, 605 y 688 mm. respectivamente representando el 32, 35 y 22 % de disminución en relación a la media respectivamente. (UEyEA INTA General Pico)

Los cultivos principales que mayor relación valor agregado/consumo intermedio presentan son el maíz y girasol (Iturrioz G., 2005)

La mayor parte de las **exportaciones provinciales** del período 2001-2005 son derivadas del sector primario agropecuario. El 68 % corresponden a cereales y oleaginosas (Fig. 9)

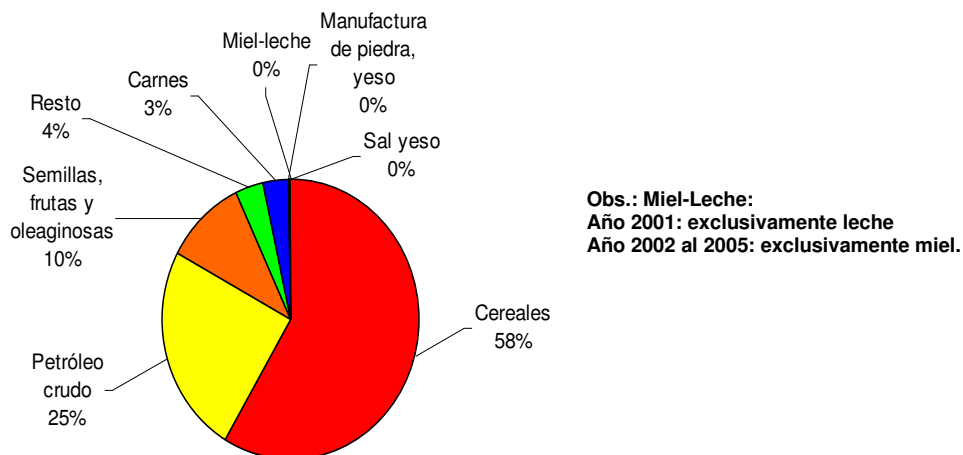


Figura 9: Origen de las Exportaciones Pampeanas por Grandes Rubros 2001-2005
(Fuente: Adaptado de Boletín Estadístico N° 4: Cuarto Trimestre 2005. Dirección de estadística y Censos de La Pampa. - Dirección de Estadística y Censos. Departamento Indicadores. INDEC)

1.5) Potenciales adoptantes de la agricultura de precisión

La población de La Pampa ascendió en 2001 a 299.294 habitantes, de los cuales 110.556 (37 %) constituyen la población económicamente activa (PEA)¹⁷. El sector Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura ocupa el 17.3 % de la PEA.

La provincia cuenta con 7.775 EAPs que ocupan 12,7 millones de ha (INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002). La cantidad y superficie de EAPs, en los departamentos seleccionados¹⁸ se muestra en la figura 10, por escala de extensión.

¹⁷ PEA: población ocupada de más de 14 años de edad.

¹⁸ Departamentos seleccionados: para este análisis se seleccionaron los departamentos del este de La Pampa (Realicó, Chapaleufú, Trenel, Maracó, Quemú-Quemú, Catrilo, Atreucó, Guatraché, Capital, y el 50 % de los departamentos de Rancul y Conhelo) incluidos dentro de la RSPC.

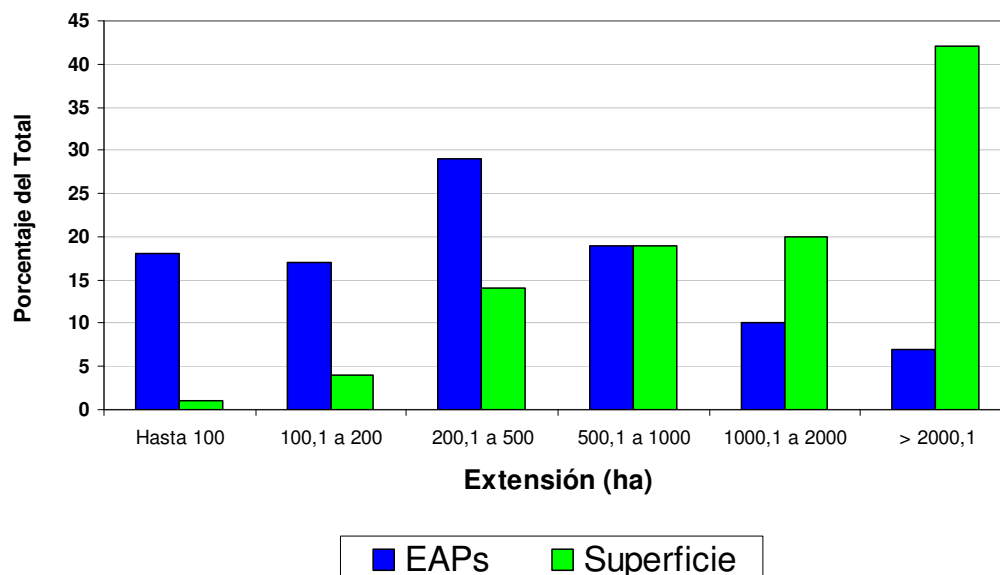


Fig.10: Cantidad y Superficie de EAPs por escala de extensión. (Elaboración propia en base a Censo Nacional Agropecuario 2002. INDEC)

El 62 % de la superficie total en los departamentos seleccionados es trabajada por el 17 % de los productores, quienes disponen de más de 1000 ha. Por el contrario, el 64 % de las EAPs posee menos de 500 ha y dispone del 19 % de la superficie total de los departamentos seleccionados.

El número total de explotaciones agropecuarias disminuyó en promedio un 11% en La Pampa y un 21 % a nivel país entre el año 1988 y 2002. (Censos Nacionales Agropecuarios 1988 y 2002, INDEC)

Iglesias (2000) menciona que existe una tendencia hacia la disminución del número de pymes agropecuarias atenuada por la agricultura de tiempo parcial, la estructura de empresas familiares, y el modelo de contratos y arrendamientos que permite no alterar la estructura de propiedad de la tierra.

También se observan en La Pampa estrategias de incrementos de escala (frecuentemente asociados a los productores más competitivos, a través de adquisiciones/alquiler), asociativismo (conformación de pools de siembra) y adopción de innovaciones (siembra directa, nuevas tecnologías de control de

malezas, plagas y enfermedades, cultivos transgénicos, maquinaria tecnológicamente avanzada, etc.).

Las empresas más grandes presentan un mayor nivel tecnológico (Iglesias, 2000)

Los sistemas de producción están insertos en un ambiente donde el sector externo tiene una gran influencia. “*En general el sector de commodities argentino es competitivo en el costo de la materia prima...*” Sin embargo, las políticas agrícolas de países desarrollados afectan a países con ventajas competitivas como la Argentina. (Iglesias 2000)

Dentro de este contexto, la adopción de la AP se presenta como una oportunidad para incrementar la competitividad de las EAPs, aunque como menciona Iglesias (2000), la adopción de innovaciones es una condición necesaria pero no suficiente para lograr este fin.

La producción primaria agropecuaria es realizada por diferentes actores que son los potenciales adoptantes de las innovaciones de la AP. Cada uno de ellos posee atributos que influyen en forma importante sobre la adopción de tecnología. A los fines del presente estudio se entiende por productores agropecuarios a los siguientes actores:

a) Productores pequeños y medianos: EAPs donde las funciones de producción y gestión son llevadas a cabo por la misma persona (o grupo de personas), que es quien realiza también el aporte de capital.

b) Productores grandes: EAPs que cuentan con asesoramiento profesional externo permanente y/o equipos profesionales propios. El aporte de capital lo realiza el/los propietario/s de la EAP, quien suele cumplir funciones de gestión.

c) Pooles: EAPs donde la gestión y producción está frecuentemente separada de la propiedad. El aporte de capital suele ser de diversos orígenes (inversionistas, socios, empresas proveedoras de insumos, etc.). Un equipo profesional se encarga de la gestión y producción.

d) Contratistas productores: Empresas que prestan servicios al resto de los productores primarios y realizan actividades de producción en forma adicional.¹⁹

En estrecha relación con el conjunto de productores agropecuarios se encuentra el sector de proveedores de insumos (agronomías, cooperativas, empresas proveedoras de maquinaria agrícola) y el sector de prestadores servicios agropecuarios (agronomías, contratistas puros, asesores agronómicos, acopiadores, etc.)

En la región de estudio existe una Facultad de Agronomía, una Estación Experimental Agropecuaria del INTA con 3 agencias de Extensión²⁰ y una Facultad de Ingeniería²¹.

A su vez, instituciones de distinto tipo (profesionales, técnicas, gremiales, etc.) agrupan a los actores conformando otro nivel de relacionamiento (CIALP, CREA, AAPRESID, etc.)

¹⁹ Lódola y Fossatti (2002) desagregan esta categoría en **Productores capitalizados contratistas** y **Contratistas Demandantes de tierra** para diferenciar la importancia relativa de cada actividad para el contratista productor.

²⁰ Existen dos agencias de extensión adicionales que dependen de otras Experimentales de INTA (una en el sur de Córdoba y otra en el Oeste de Buenos Aires)

²¹ Incluye las carreras de Ingeniería Electromecánica, en Sistemas y Analista Programador. Existen recursos humanos con formación en procesamiento de imágenes satelitales.

Capítulo 2

LA DIFUSIÓN DE INNOVACIONES

2.1) La innovación como estrategia competitiva

La **innovación** puede definirse como “la incorporación de conocimiento (propio o ajeno) con el objeto de generar un proceso productivo” (Sábato y Botana, 1968). En términos económicos, las innovaciones son “cambios en la función de producción, los cuales no pueden ser descompuestos en infinitesimales pasos” (Rosenberg, N, 1982).

Estos cambios pueden implicar ahorro de distintos factores como capital, trabajo, o resultar neutros.

Uno de los pioneros en destacar la importancia de la innovación fue J. Schumpeter, quien adjudicó al progreso tecnológico la fuerza impulsora de la empresa capitalista: *“el impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista”* (Schumpeter, 1942)

En forma similar, Freeman (1971) advierte que *“sin innovación tecnológica, el progreso económico podría cesar en el largo plazo...”*. Rosegger (1976) menciona que *“antropólogos, historiadores, filósofos y (de hecho) ingenieros han reconocido ampliamente al progreso tecnológico como una de las fuerzas más poderosas en la transformación no solamente de relaciones productivas, sino de la cultura toda.”*

Los estudios sobre los efectos económicos benéficos de la innovación tecnológica²² han sido analizados en la literatura en dos grandes aspectos: en forma agregada y a nivel de firma.

Para el primer caso, varios economistas indican que los efectos del progreso tecnológico trascienden sus usuales unidades de medida (Rosegger, 1986).

A nivel microeconómico, los resultados son más contundentes por la menor complejidad del análisis.

Schumpeter (1942) postula que el capitalismo genera situaciones de monopolio que son erosionadas y amenazadas por procesos recurrentes de cambio tecnológico, los cuales generan las oportunidades para que nuevos actores ganen poder y liderazgo dentro de la estructura del mercado. Este proceso, denominado **Destrucción Creadora**, es considerado como el motor del capitalismo y su fuente de renovación. (Schumpeter, 1942)

Las innovaciones pueden clasificarse en **radicales** o de tipo **incrementales** (cambios menores) de acuerdo al grado de novedad de la tecnología.

Las primeras, asociadas comúnmente al análisis de J. Schumpeter, son aquéllas que producen cambios importantes en la función de producción precedente generando el proceso de destrucción creadora.

Las innovaciones incrementales son cambios menores que se van dando durante la aplicación práctica de una innovación. Por la escasa magnitud de su novedad, no pueden ser considerados innovaciones radicales. En algunos casos, la acumulación de estos cambios, por sus características, permite desarrollar innovaciones de gran impacto sobre los sistemas de producción (Rosenberg, N. 1982)

²² Tecnología: conjunto ordenado de conocimientos empleados en la producción y comercialización de bienes y servicios, integrado no solamente por conocimientos científicos, sino también por conocimientos empíricos que resultan de observaciones, experiencia, tradición oral o escrita, etc.”. (Sábato, 1982).

La aplicación práctica de las innovaciones produce cambios en la competitividad de las empresas que la utilizan.

La competitividad de las empresas está relacionada con la capacidad de innovación, no sólo de las compañías sino del sistema completo de organización social y económica (Salomon ,1996)

Por otro lado, la competencia es un estímulo a la innovación. Schumpeter (1942), en relación a la **competencia**, indica que “... *lleva consigo la aparición de artículos nuevos, de una técnica nueva, de fuentes de abastecimiento nuevas, de un nuevo tipo de organización (la unidad de dirección en gran escala, por ejemplo), es decir, la competencia que da lugar a una superioridad decisiva en el costo o en la calidad, y que ataca no ya a los márgenes de los beneficios y de la producción de las empresas existentes, sino a sus cimientos y su misma existencia.*”.

“*El cambio implica aprendizaje.*”. (Cohen y Levinthal, 1989) La adopción de innovaciones se da en una situación de aprendizaje, donde se produce un incremento del conocimiento. Esta incorporación de conocimientos implica un estado o nivel previo, donde el conocimiento nuevo se integra e incrementa el pool disponible.

En la realidad, las firmas actúan en condiciones de información imperfecta e incertidumbre. En ese contexto, Combs et al.(1987), mencionan que el acceso diferencial a la información y conocimiento, probablemente sea la variable más importante que determina el éxito de una firma.

La innovación incrementa la incertidumbre. Freeman (1971) menciona que “*la **incertidumbre** asociada con la innovación es tal que las diferencias de opinión*

acerca de lo deseable de proyectos alternativos y estrategias es la regla antes que la excepción” (Freeman C. 1971)

En un ambiente de incertidumbre continua, donde la adopción de innovaciones permite una ventaja competitiva temporal, es importante orientar los esfuerzos de la firma a generar capacidades competitivas duraderas.

En ese sentido, Nonaka (1999) indica que *“en una economía donde la única certidumbre es la incertidumbre, la mejor fuente para obtener una ventaja competitiva duradera es el conocimiento”*

La *“habilidad de la firma para identificar, asimilar y explotar el conocimiento desde el ambiente”* constituye su **capacidad de absorción** (Cohen y Levinthal 1989). Esta capacidad es una ventaja competitiva duradera que se construye con la sumatoria de aprendizajes.

Los procesos de aprendizaje están orientados desde una **trayectoria tecnológica** específica de la organización, la cual se define como *“el patrón de la actividad “normal” de resolución de problemas (por ejemplo, de progreso) en base a un paradigma tecnológico²³”*.(Dosi, 1982). Esta trayectoria depende del paradigma tecnológico vigente, el cual concentra los esfuerzos e imaginación tecnológica de los ingenieros en direcciones precisas (Dosi, 1982)

La adopción de una innovación no implica una simple incorporación de conocimiento. Frecuentemente, requiere de un *“conjunto organizado de conocimientos de distintas clases (científicos, técnicos, empíricos, etc.), proveniente de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, revistas, manuales, patentes, especificaciones, normas, etc.), y obtenido mediante diferentes métodos (investigación, desarrollo, adaptación, copia,*

²³ Paradigma tecnológico: modelo y patrón de resolución de problemas tecnológicos seleccionados, basado en principios seleccionados derivados de ciencias naturales y con materiales tecnológicos seleccionados.

espionaje, consulta a expertos, etc.), el cual es necesario para producir un bien o servicio" (Weissbluth, M. et al, 1986). Este conjunto de conocimientos se conoce como **paquete tecnológico**.

La génesis y difusión de un paquete tecnológico es afectado por su **Régimen Tecnológico**, que consiste en "*la particular combinación de Oportunidad, Apropiabilidad, Acumulatividad y Base de Conocimiento*" (Malerva y Orsenigo, 1993). La *Oportunidad* es la facilidad de innovación para una determinada cantidad de dinero invertido en la búsqueda. La *Apropiabilidad* hace referencia a la capacidad de las firmas de proteger las innovaciones de la imitación y al aprovechamiento de los beneficios derivados de la actividad innovativa. A menores condiciones de apropiabilidad mayor es la generación de externalidades a causa de la actividad innovativa. La *Acumulatividad* hace referencia a que las innovaciones y actividades innovativas llevadas a cabo en el presente determinan la base del stock de innovaciones adquiribles a futuro (propias o exógenas) La *Base de Conocimiento* está definida por las características de Tacitividad (stock de conocimiento tácito) y Complejidad (definida por el número de disciplinas requeridas y el número de procesos de producción que son afectados por la innovación) (Malerva y Orsenigo, 1993)

Como se mencionó anteriormente, la adopción de innovaciones implica una incorporación de conocimiento tecnológico mediado por un proceso de aprendizaje. Esto ha llevado a algunos autores a estudiar las características del conocimiento y los aspectos que afectan su transmisión.

2.2) Aspectos del conocimiento que influyen en su transmisión

Ernst y Lundvall (1997) distinguen dos componentes del conocimiento tecnológico. El primer componente comprende todos los ítems **codificables** (incluye el conocimiento explícito) tales como manuales, diseños, conocimiento científico, guías, especificaciones de performance, especificaciones de materiales, normas de aseguramiento de la calidad, métodos organizacionales. El segundo componente es **tácito** y específico de la firma (conocimiento tácito). Está incorporado en las rutinas organizacionales, *expertise* colectivo, técnicas de producción específicas, investigación y desarrollo, equipos de marketing. Este segundo componente, a diferencia del primero, no puede ser intercambiado entre firmas y constituye una ventaja competitiva específica de la firma. Estos autores mencionan que *“el conocimiento tácito es tan importante o aún más importante que el conocimiento formal, codificado, estructurado y explícito.”*

Asimismo diferencian 4 tipos de conocimiento: 1) **Know-what**: conocimiento acerca de los “hechos”; 2) **Know why**: conocimiento acerca de los principios y leyes que guían la naturaleza, la mente humana y la sociedad; 3) **Know how**: conocimiento referido a las técnicas (capacidad para hacer alguna cosa); 4) **Know who**: conocimiento acerca de ¿quién conoce qué? y ¿quién conoce sobre qué?

Mientras que los dos primeros tipos de conocimiento pueden ser codificados (y por ende transferidos como información), el Know how es básicamente tácito. Esto determina que la forma de obtención de este tipo de conocimiento es a través de la relación aprendiz-maestro ó bien a través de la experiencia propia.

El Know who está socialmente incorporado y tampoco puede ser transferido por canales formales de comunicación.

Todas las características del conocimiento que afectan su facilidad de transmisión son igualmente válidas para las innovaciones, las cuales, como se mencionó anteriormente, no se presentan en forma simple sino que constituyen paquetes tecnológicos donde se incluyen frecuentemente diferentes tipos de conocimiento.

Cuando un nuevo conocimiento ingresa al mercado constituye una innovación, por lo tanto, *“la innovación es el comienzo del proceso de difusión”* (Rosenberg, 1976).

2.3) La difusión de innovaciones. Modelos explicativos

“La difusión es el proceso por el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales en el tiempo entre los miembros de un sistema social”. (Rogers E. 1995).

La rápida difusión y adopción de innovaciones beneficiosas dentro del sistema productivo de un país/región permite el mejor aprovechamiento de los beneficios originados por el cambio tecnológico.

En forma previa a la implementación de políticas que fomenten la adopción de nuevas tecnologías, es necesario evaluar el potencial de mejora de las innovaciones disponibles, a fin de identificar aquellas que mayor beneficio producirán al difundirse en la estructura productiva. Por otro lado, resulta necesario analizar los factores que influyen sobre la velocidad de adopción de éstas innovaciones.

El proceso de difusión de innovaciones sigue una dinámica representada por una curva sigmoidea (Fig. 11) si se representa el porcentaje de adopción (frecuencias acumuladas) en función del tiempo. La curva muestra una etapa temprana de leve incremento de la tasa de adopción, una etapa intermedia de incremento veloz y una etapa final de estancamiento y disminución de la tasa de adopción. Esta representación estilizada es relativamente fiel a las innovaciones exitosas. (Figura 12)

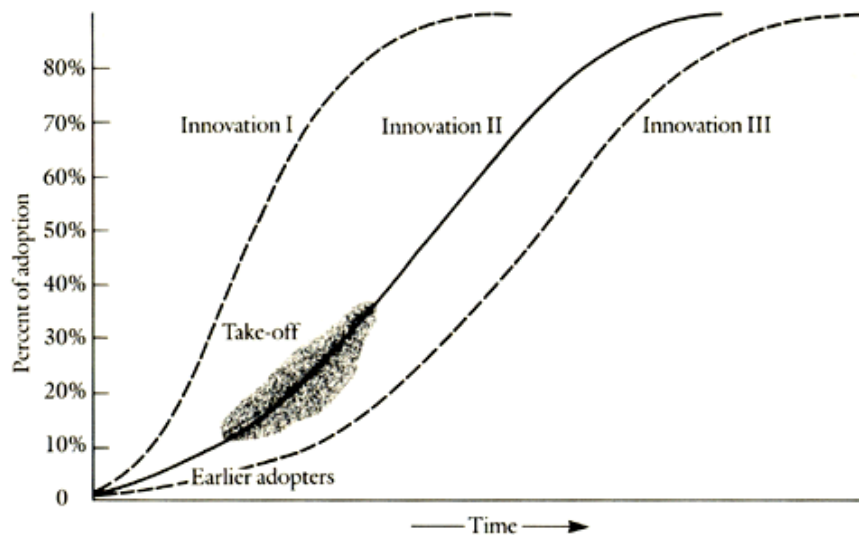


Fig. 11: Proceso de Difusión (Fuente: Rogers 1995)

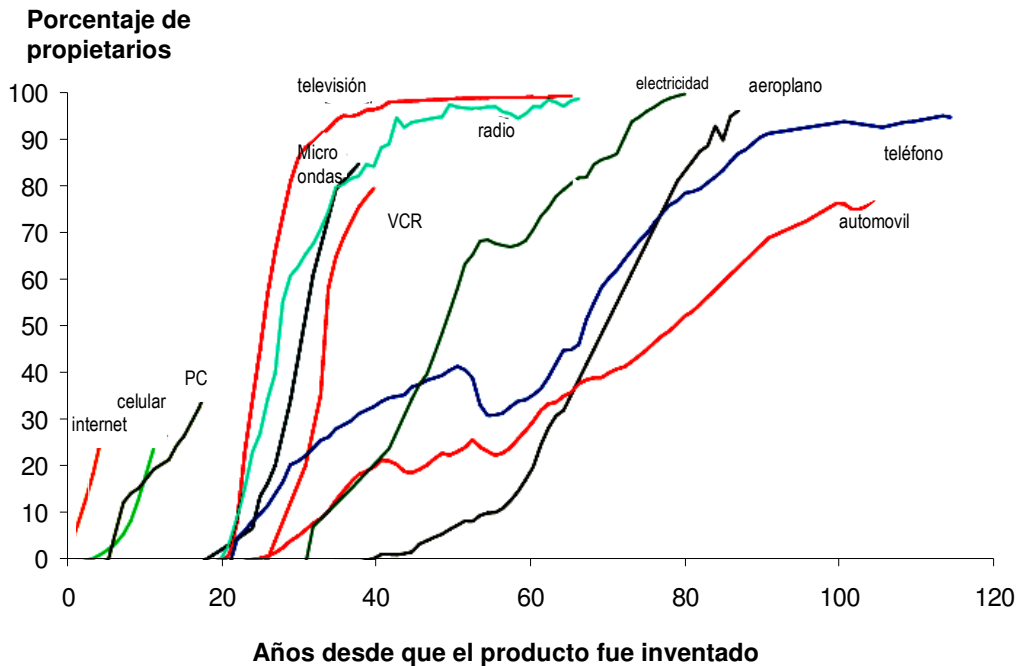


Fig. 12: Curvas de Difusión de Diferentes Innovaciones
(Fuente: Adaptado de Federal Reserve Bank of Dallas en Mukoyama 2004)

Para explicar este comportamiento, se han desarrollado dos grandes grupos de modelos: Epidémico y Probit.

El modelo Epidémico es un modelo poblacional que presenta como ventaja su sencillez y fidelidad con las experiencias. El modelo se “*construye sobre la premisa de que los límites²⁴ y velocidad de uso están dados por la carencia de información disponible acerca de la nueva tecnología, cómo se usa y qué es capaz de hacer*” (Geroski, 2000). El modelo asume como supuestos: una población de adoptantes homogénea y constante, una innovación que no cambia durante su difusión, un beneficio constante de la adopción, y una búsqueda de información pasiva. (Stoneman y Karshenas 1995 citado por Diederer, 2003) Ninguno de estos supuestos se presenta en condiciones reales.

²⁴ Límites para la adopción.

El modelo Probit se *“presenta desde la premisa de que diferentes firmas, con diferentes propósitos y habilidades, son capaces de desear adoptar la nueva tecnología a diferentes tiempos”* (Geroski 2000)²⁵. Este modelo reconoce que existen individuos que realizan una búsqueda activa de información, y que la población de adoptantes potenciales cambia al producirse cambios en la propia innovación (mejoras incrementales) y/o nuevos usos para la misma, alterando la magnitud de los beneficios. Los modelos Probit *“postulan que los potenciales adoptantes pueden ser caracterizados por una distribución de valores o retornos asociados con el uso de una nueva tecnología (...) en cualquier momento en el tiempo hay un punto umbral sobre esta distribución tal que los potenciales usuarios con valores iguales o por encima de este umbral desearán adoptar, y usuarios para quienes el valor de la nueva tecnología es más bajo a este umbral no desearán adoptar”* (Jaffe, 2003) En estos modelos se determinan variables relevantes y se observa el comportamiento del proceso de difusión en función de las mismas.

Desde la observación de situaciones reales, los modelos Probit tampoco ofrecen una respuesta completa debido a la multiplicidad de factores que influyen sobre los procesos de adopción.

Desde el punto de vista de las políticas derivadas de los estudios con ambos modelos, Geroski (2000) menciona que el análisis a través del modelo epidémico permitiría determinar *“dónde los formuladores de políticas pueden hacer algo para mejorar el mecanismo por el cual la información se difunde por toda la economía”* mientras que *“el modelo Probit amplía el rango de opciones de políticas percibido”* (Geroski 2000).

²⁵ Geroski menciona dos modelos adicionales: Legitimación y Competición, e Información en Cascadas.

La literatura ha identificado numerosos factores que influyen en la adopción de tecnología desde diferentes criterios de análisis. Esto ha generado que algunos autores (Nutley, 2002; Fichman, 2000) intenten ordenarlos en categorías de manera de contribuir a una interpretación general de los distintos aportes.

A continuación se abordan algunos aspectos destacados desde la literatura que contribuyen al entendimiento del proceso de adopción de AP en la Región Semiárida Pampeana Central.

2.4) Etapas del proceso de adopción de innovaciones

El proceso de adopción de innovaciones consta de 5 etapas (Rogers 1995) que comprenden:

- 1) **Conocimiento**: ocurre cuando un individuo²⁶ es expuesto a la existencia de una innovación y gana algún entendimiento de cómo ésta funciona.
- 2) **Persuasión**: ocurre cuando el individuo forma una actitud favorable o desfavorable hacia la innovación.
- 3) **Decisión**: ocurre cuando un individuo se involucra en actividades que llevan a una elección de adoptar o rechazar una innovación.
- 4) **Implementación**: cuando un individuo pone una innovación en uso.
- 5) **Confirmación**: ocurre cuando el individuo busca reforzar o revertir una decisión ya tomada hacia adopción o rechazo de una innovación.

Este modelo de proceso de adopción implica diferencias en los **canales de comunicación** preferidos en cada etapa. *“Los medios de comunicación masivos son más importantes en la etapa de conocimiento mientras que los canales interpersonales son relativamente más importantes en etapa de persuasión”* (Rogers, 1995)

²⁶ Se entiende al individuo propiamente dicho así como cualquier unidad de toma de decisiones.

2.5) Categorías de adoptantes en relación al momento de adopción

Rogers (1995) define distintas categorías de adoptantes de acuerdo al momento en que ejecutan la incorporación de la nueva tecnología: **innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados**. Las 5 categorías y el porcentaje aproximado de individuos que incluye cada una, pueden ser ubicados en distintos sectores de la curva normal de distribución de los nuevos adoptantes. (Fig. 13)

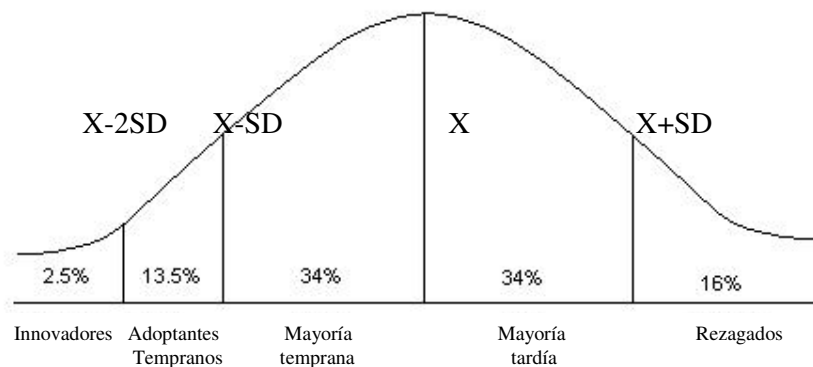


Fig. 13: Categorización de Adoptantes en Relación a su Innovatividad
(Fuente: adaptado de Rogers 1995)

La separación de categorías se puede realizar en forma cuantitativa determinando la media (X) y la desviación estándar (SD) de la distribución de nuevos adoptantes.

Los **innovadores** son quienes asumen los mayores riesgos y aplican la tecnología en etapas muy tempranas, de desarrollo incipiente. El retorno económico para esta categoría no siempre es positivo.

Posteriormente se suman los **adoptantes tempranos** que encuentran las innovaciones más desarrolladas y aún poco difundidas en la sociedad. Estos son quienes obtienen el mayor retorno económico de las innovaciones en función del menor riesgo relativo asumido en relación a los innovadores. En

este segundo grupo se inscriben las recomendaciones de Lowenberg -Deboer²⁷ hacia la conveniencia de esperar a que la tecnología disminuya su tasa de mejoras incrementales para evitar asumir un riesgo excesivo que ponga en peligro la obtención de beneficios netos de la adopción.

La **mayoría temprana** sigue en la secuencia cronológica a los adoptantes tempranos adoptando en momentos de menor incertidumbre relativa.

La **mayoría tardía** adopta cuando la mitad de la población ha adoptado la innovación, que presenta una considerable disminución de la incertidumbre inicial.

En el momento que adoptan los **rezagados**, la masificación de la nueva tecnología es importante y los beneficios económicos tienden a desaparecer, llegando a situaciones en las cuales el beneficio económico por la aplicación de innovaciones es ínfimo o incluso nulo.

Una consideración de las características del proceso de adopción y las características de los adoptantes puede llevar a plantear una estrategia de segmentación de audiencias como propone Rogers (1995). De esa forma, actividades que fortalezcan el vínculo de investigadores del sistema de ciencia y técnica con los adoptantes de la categoría **innovadores** (Ej.: reuniones técnicas, talleres, etc.) pueden bastar para estimular la adopción. Sin embargo, las mismas actividades no serían suficientes para los adoptantes potenciales del resto de las categorías, quienes requieren de estímulos adicionales.

2.6) Atributos de los adoptantes y predisposición a la adopción

En relación a las categorías de adoptantes, Rogers (1995) manifiesta que los adoptantes tempranos (en relación a los tardíos) tienen más años de

²⁷ Camino sinuoso en la adopción de agricultura de precisión (traducción Bongiovanni R)

educación formal, poseen unidades más grandes²⁸, tienen más contacto con agentes de cambio y presentan una mayor exposición a canales de comunicación masivos e interpersonales.

El tamaño de las unidades es un atributo complejo para analizar en forma aislada, ya que frecuentemente se presenta asociado a otros atributos que afectan la predisposición a la adopción de nuevas tecnologías (Fernández Cornejo y otros 2001). Algunos de estos atributos son la disponibilidad de recursos económicos, la disponibilidad de recursos humanos con más años de educación formal, la mayor densidad de canales de comunicación, etc. Por otro lado, el tamaño de las unidades es más importante en etapas tempranas del proceso de difusión y en innovaciones capital intensivas. (Rogers 1995).

La actitud de los adoptantes hacia las nuevas tecnologías puede ser analizada desde las actividades de prueba de nuevas tecnologías (ensayos) que realizan. Los resultados de estas actividades determinan una disminución de la incertidumbre asociada a la innovación. Marra et al. (2002) mencionan que *“los pocos estudios que han examinado la importancia para el proceso de adopción, de los ensayos de nuevas tecnologías de los productores, han concluido que ellos juegan un rol clave”*

Geroski (2000) menciona que *“cuando se introducen inicialmente, las ventajas de adoptar nuevas tecnologías son a menudo difíciles de estimar con certeza, y pueden parecer demasiado aventuradas para valer la pena. Sin embargo, con el tiempo y el aumento del uso, más información llega a estar disponible que permite a las firmas valorar de nuevo el retorno esperado y el riesgo involucrado”*.

²⁸ A los fines de la presente tesis esta característica implica campos más grandes (productores agropecuarios) o mayor número de empleados, mayor cantidad de maquinaria (en el caso de contratistas)

2.7) Efecto de la disponibilidad de recursos económicos sobre la adopción de tecnología

Rogers (1995) menciona que aunque la riqueza y la innovatividad están relacionadas, no está clara la relación de causa-efecto entre ambas.

Por otro lado, menciona: “*las nuevas ideas de un innovador probablemente fallen*” (Rogers 1995). Por este motivo los innovadores deben disponer de recursos suficientes para absorber las pérdidas de ocasionales fallas.

En forma contraria, Diederer et. al (2003) encontraron, en contraposición con la hipótesis planteada inicialmente, que “*la solvencia²⁹ tiene un cociente negativo sobre la conducta de adopción temprana*”. Dichos autores mencionan que posiblemente la solvencia no sea una medida adecuada de la cantidad de recursos disponibles para inversiones de riesgo, sino una medida de la aversión al riesgo misma. Pueden existir *farmers*³⁰ con alta aversión al riesgo y muy solventes porque mantienen los recursos en su poder sin invertir. Por otro lado, existirían aquéllos que disponen de menor solvencia por invertir en actividades innovativas.

2.8) Atributos de la innovación que afectan la adopción

Los principales atributos de la innovación analizados por la literatura son los propuestos por Rogers (1995): *Ventaja Relativa, Compatibilidad, Complejidad, Facilidad de Experimentación y Observabilidad*.

La *Ventaja Relativa* es el grado por el cual una innovación es percibida como mejor que la idea que reemplaza.

²⁹ Solvencia: magnitud de los recursos financieros propios de los *farmers*.

³⁰ Farmers: Productores agrícolas y/o ganaderos

La *Compatibilidad* es el grado por el cual una innovación es percibida como consistente con los valores existentes, experiencias pasadas y necesidades de los potenciales adoptantes.

La *Complejidad* es el grado por el cual una innovación es percibida como dificultosa para entender y usar.

La *Facilidad de Experimentación*³¹ es el grado por el cual una innovación puede ser experimentada sobre bases limitadas.

La *Observabilidad* es el grado por el cual los resultados de una innovación son visibles para otros.

Las innovaciones serían más fácilmente difundidas en un sistema social, cuando disponen de alta ventaja relativa, compatibilidad, facilidad de experimentación y observabilidad, y de baja complejidad.

2.9) Atributos del ambiente que afectan la adopción de innovaciones

Baptista (2001) menciona que *“la difusión puede ocurrir más rápido en áreas geográficas donde la densidad de adoptantes previos y otros recursos de conocimiento acerca de tales tecnologías es alto.”* Asimismo, postula que *“la geografía juega una parte en el proceso de difusión como mediador de la transmisión de conocimiento y de la transferencia de tecnología”*.

La disponibilidad de agentes de cambio y líderes de opinión relacionados a una innovación determinada, es un atributo del ambiente cercano a los adoptantes potenciales, que puede influir en la dinámica de adopción.

Rogers (1995) define el agente de cambio como un *“individuo que influencia las decisiones de innovación de sus clientes en una dirección juzgada deseable*

³¹ Se suele utilizar el atributo “divisibilidad” como sinónimo.

por una agencia de cambio". Los agentes de cambio incluyen proveedores, extensionistas, profesores, agentes de venta, etc.

Asimismo define el liderazgo de opinión como *"el grado en el cual un individuo puede informalmente influenciar las actitudes o comportamiento de apertura de otros individuos de una manera deseada, con relativa frecuencia"*.

La eficiencia de los agentes de cambio como promotores de la adopción de innovaciones es incrementada cuando existe una estrecha relación con los líderes de opinión, situación que provoca una mayor velocidad de difusión de innovaciones juzgadas en forma positiva. Existen situaciones donde las innovaciones son juzgadas en forma negativa por los líderes de opinión, lo que provoca menores tasas de adopción en el ambiente.

En el capítulo 2 se destacó la importancia que tiene la innovación para la economía en general y para la competitividad de las empresas en particular.

Se describieron algunas características de las innovaciones y del conocimiento, teniendo en cuenta especialmente los aspectos relativos a su facilidad de transmisión.

Se describieron las etapas del proceso de adopción de innovaciones. Se explicitaron los modelos propuestos por la literatura que explican la difusión de innovaciones y los factores identificados como determinantes de su dinámica.

Los aspectos mencionados anteriormente son válidos para la generalidad de los procesos de difusión de innovaciones.

A continuación se describirán las principales características de las innovaciones objeto de la presente tesis.

LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

3.1) Concepto de agricultura de precisión

La agricultura de precisión (AP) es de reciente aplicación en la Argentina. Blackmore (2003) define la AP como el “**manejo de la variabilidad espacial y temporal a nivel de sub-parcela de campo para mejorar el retorno económico y reducir el impacto ambiental**” (Fountas et al. 2003).

El término no hace referencia a una innovación específica sino que incluye un conjunto de ellas (monitores de rendimiento, banderilleros satelitales, etc.).

El análisis de la adopción de la AP requiere, consecuentemente, un análisis individual de cada innovación.

La AP permite la disminución de las dimensiones de la unidad mínima de análisis, toma de decisiones y manejo diferenciado a un nivel inferior al lote o parcela. La ausencia de estas innovaciones hace prácticamente inviable desde el punto de vista práctico, realizar un manejo diferenciado a niveles menores que un lote³², si la variabilidad se presenta en forma irregular. Para lograr este objetivo, la información base de la toma de decisiones debe estar posicionada a nivel temporal y espacial, en una escala menor al lote.

3.2) Sistemas de posicionamiento utilizados en AP

Un elemento clave en la ubicación espacial de los datos son los sistemas de posicionamiento. Entre éstos se destaca el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) por su mayor difusión. Existen distintas variantes de uso de las señales GPS que difieren en sus prestaciones:

³² “Lote”, “cuadro”, “potrero”, “parcela” son utilizados como sinónimos a los fines del presente estudio.

- a) El GPS autónomo (sensibilidad +/-15 m) utiliza una señal sin corrección estacionaria. Esta señal se utiliza para equipos GPS de mano (autónomos)
- b) En Argentina existen equipos de desarrollo endógeno, que mediante el uso de una segunda señal del sistema GPS (denominada L2), permiten lograr precisiones relativas³³ de alrededor de los +/- 30 cm. Este tipo de sistemas se utiliza en banderilleros satelitales.
- c) El GPS Diferencial (DGPS) utiliza la señal GPS corregida por una señal estacionaria adicional situada a larga distancia. La precisión alcanzada es de +/- 1 m. Este sistema fue desarrollado para su uso en banderilleros satelitales y monitores de rendimiento.
- d) El RTK-GPS (*Real Time Kinematic*-GPS) utiliza una señal adicional correctora, situada a corta distancia en forma estacionaria (precisión +/- 0,01 m). Este sistema permite su uso en aplicaciones como el piloto automático.

Estos sistemas difieren en el grado de precisión y en el costo (Pedersen, 2003)

En los equipos de AP utilizados en Argentina se utiliza GPS y DGPS por su adaptación a los requerimientos y costo accesible. El sistema RTK-GPS, si bien existe en uso en Argentina, aún no se encuentra difundido en forma importante en la región.

3.3) Innovaciones de la agricultura de precisión

Las innovaciones que existen actualmente en la Argentina (Bragachini, 2005) se pueden agrupar, de acuerdo a sus prestaciones, en:

³³ La precisión relativa es la precisión en la ubicación de un punto en relación a otro del terreno.

a) **Controladores.** Innovaciones que permiten mejorar el control de distintas actividades. Incluyen: monitores de siembra, monitores de pulverización, monitores registradores - controladores de siembra, pulverización, cosecha y cualquier otra actividad que requiera del control de velocidad, del caudal de pulverización u hora y fecha de realización de las actividades, monitores de rendimiento, GPS, banderilleros satelitales y autoguía.

b) **Obtención de datos.** Innovaciones que permiten recabar información como insumo para decisiones posteriores. Dentro de este grupo se encuentran los monitores de rendimiento, monitores de proteína, aceite, grasa y humedad de grano, sensores en tiempo real de biomasa e índice verde del cultivo, rastras de conductividad eléctrica, fotografías aéreas e imágenes satelitales.

c) **Análisis y recomendaciones.** Innovaciones que permiten realizar análisis de datos y prescripciones de tratamientos. Incluyen software, navegadores específicos y *palm top*³⁴, controladores variadores de densidades de semilla y dosis de fertilizantes.

3.4) Adopción de AP en el mundo, la Argentina y la RSPC

Swinton and Lowenber Deboer (2001) indican que la adopción sería mas rápida en áreas con abundantes tierras, donde el capital humano y financiero está disponible, y el uso del trabajo y de insumos variables es bastante eficiente. Estas condiciones se presentan en EEUU, Canadá, Australia y partes de Argentina y Brasil.

³⁴ Palm top: computadora de mano

Pedersen (2003) menciona que los monitores de rendimiento han sido adoptados en América del Norte, Europa y Australia, aunque también se observa en Brasil, Japón y Argentina.

Bragachini (2006) menciona que “Argentina se ubica 2ª detrás de EE.UU en número de monitores de rendimiento y es 5º en el mundo en número de monitores por cantidad de hectáreas sembradas. (1º EE.UU., 2º Dinamarca, 3º Suecia, 4º Gran Bretaña, 5º Argentina, 6º Australia, 7º Holanda).”

El inicio del proceso de difusión de innovaciones de la AP en Argentina se da alrededor del año 1996. El siguiente cuadro indica la evolución de la venta de algunos equipos de AP en Argentina.

Cuadro 2: Adopción de herramientas de la AP en la Argentina
(Fuente: Bongiovanni y otros 2006.)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Monitores de rendimiento con GPS	25	75	155	270	400	420	600	850	1300
Monitores de rendimiento sin GPS	25	125	145	180	160	180	250	350	200
Monitores de rendimiento TOTAL	50	200	300	450	560	600	850	1200	1500
Dosis variable (DV) en sembradoras	1	2	3	4	5	6	7	8	20
DV en camiones fertilizadores (Terra-Gator)	2	2	2	2	6	6	6	6	7
DV en incorporadoras de urea	0	0	0	0	0	0	4	4	30
DV en esparcidoras de urea al voleo	0	0	0	0	0	0	0	10	20
DV en incorporadoras de UAN	0	0	0	0	1	2	3	3	3
DV de UAN en pulverizadoras autopropulsadas	0	0	0	0	0	0	5	9	60
Fertilización con dosis variable (DV), TOTAL	3	4	5	6	12	14	25	40	120
Banderilleros satelitales en aviones	35	60	100	160	200	230	300	450	470
Banderilleros satelitales en pulverizadoras	0	10	70	200	400	500	2000	3000	4000
Pilotos automáticos en tractores	0	0	0	0	0	0	0	3	20
Banderilleros satelitales, TOTAL	35	70	170	360	600	730	2300	3453	4490
Sensores de N en tiempo real	0	0	2	2	4	5	6	7	7

La innovación que mayor adopción presenta en Argentina es el Banderillero Satelital (BS) aplicado a pulverizadores terrestres, seguido por los monitores de rendimiento (MR). En una etapa incipiente se encuentra la fertilización variable (FV), aplicada mayoritariamente a nivel de pulverizadoras.

De acuerdo al Censo Agropecuario 2002 (INDEC) en la Región Pampeana³⁵ existían 1786 EAPs que utilizaban AP³⁶. Este censo releva el período comprendido entre el 1 de julio de 2001 y el 30 de junio de 2002. En ese lapso, el uso de BS se considera como prácticamente exclusivo, ya que el resto de las innovaciones se encontraba en una etapa de adopción incipiente, como se presentó en el cuadro 2. La distribución por provincia se muestra en el siguiente gráfico.

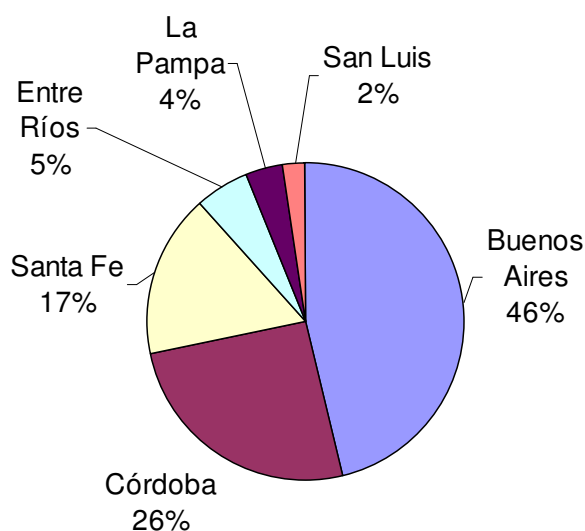


Fig. 14: EAPs que utilizan AP en la Argentina (Banderillero Satelital casi exclusivamente)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002.

El nivel de adopción de AP (BS) en la Región Semiárida Pampeana Central en el año 2001 se presenta en la figura 15. En ese momento, algunos departamentos/partidos se encontraban en etapa de adopción por parte de mayoría temprana (mayoritariamente en Buenos Aires) mientras que otros

³⁵ Región Pampeana: comprende las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, San Luis y La Pampa.

³⁶ El Censo no permite discriminar qué innovación de la AP utiliza el productor censado. De acuerdo a la fecha de realización del censo se asume que representa principalmente Banderillero Satelital

presentaban adopción por parte de innovadores (La Pampa, sur de San Luis y sur de Córdoba). El Departamento de Trenque Lauquen (Buenos Aires) presentaba el mayor porcentaje de adopción.

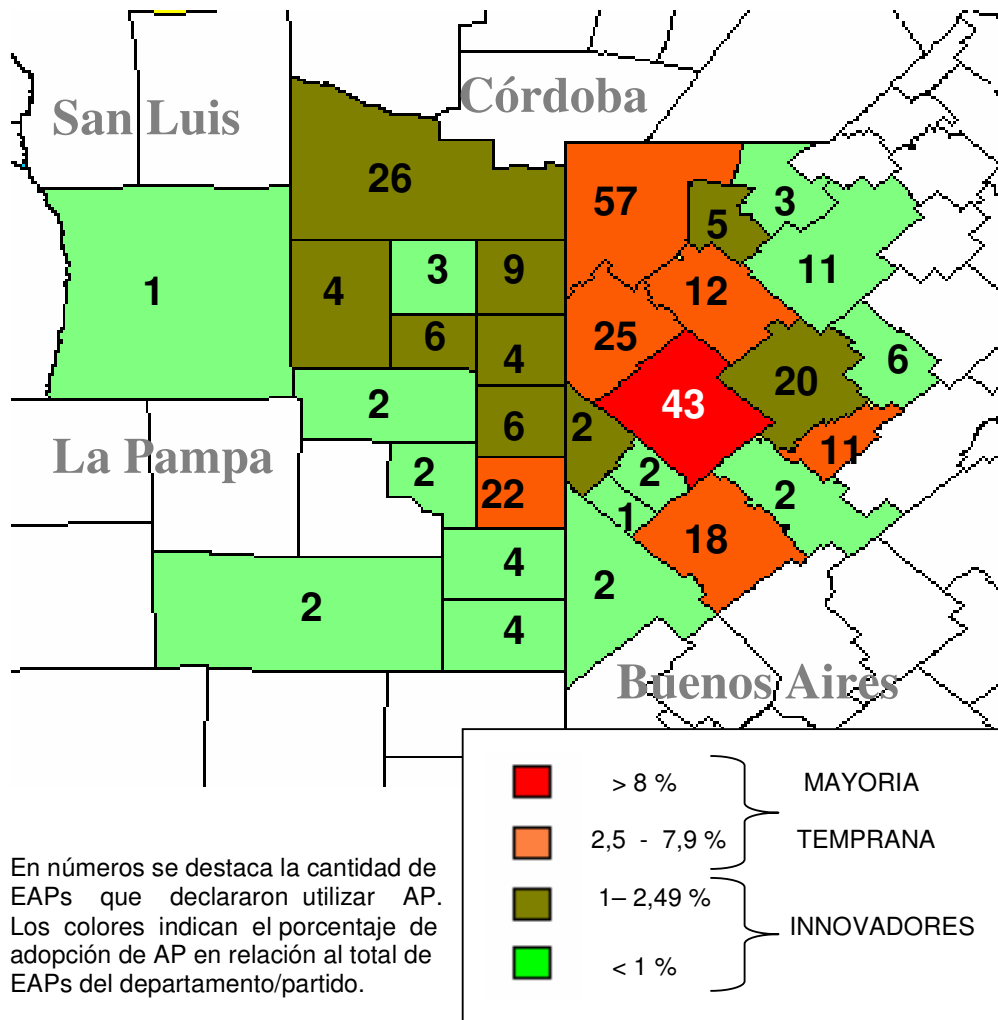


Fig. 15.: Adopción de AP (BS) en la Región Semiárida Pampeana Central (Fuente: Elaboración propia en base a Censo Nacional Agropecuario 2002, INDEC)

Uno de los atributos de los adoptantes identificado como influyente en la difusión de innovaciones es el tamaño relativo de las firmas³⁷. La Figura 16 muestra la distribución de la población de EAPs de La Pampa (departamentos seleccionados) y la distribución de las EAPs que adoptaron alguna herramienta

³⁷ En el objeto de estudio serán EAPs y contratistas.

de la AP (BS), ambas agrupadas por rango de superficie. Se observa una superficie mínima de 200 ha para los adoptantes y un leve sesgo entre ambas distribuciones que implicaría una tendencia a mayor adopción en las EAPs de mayor tamaño, coincidiendo con la propuesta de Rogers (1995)³⁸.

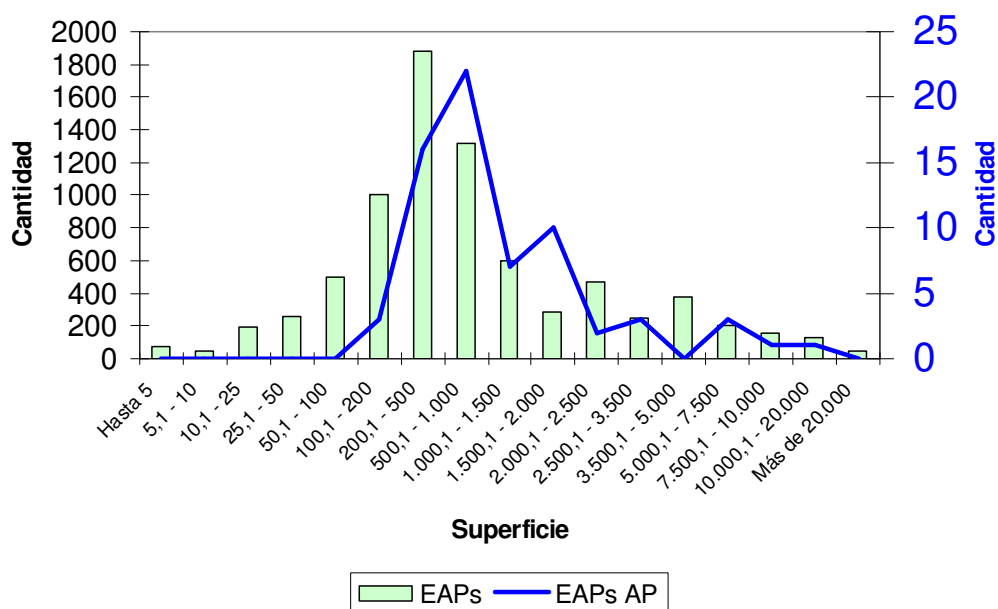


Fig. 16: Distribución de EAPs totales y EAPs que aplican AP por rango de superficie. (Fuente: Elaboración Propia en Base a Censo Nacional Agropecuario)

3.5) Beneficios asociados a la adopción de la agricultura de precisión

La difusión de la AP permite acceder a numerosos beneficios entre los que se destacan: optimización de uso de agroquímicos aplicados a suelos y cultivos, reducción de costos y contaminación ambiental, mejora en la calidad de las cosechas (Mantovani y otros 2006), mayor cantidad de información de apoyo a la toma de decisiones, incremento de la facilidad de trabajo, mayor control de

³⁸ La superficie de la EAP orienta acerca del proceso de difusión pero no es, en rigor, un indicador totalmente fidedigno del tamaño de la firma cuando en la población se incluyen EAPs incluidas en zonas agroecológicas distintas. Una misma superficie podría representar a una firma grande o pequeña en función de la zona agroecológica en que se encuentre. Sin embargo, la mayor adopción en el sector este de la RSPC (de mayor productividad) implicaría un fortalecimiento de la tendencia manifestada.

las operaciones de campo y determinación más precisa de superficies trabajadas³⁹.

Muchas de estas ventajas son dependientes del grado de variabilidad que presenta cada lote. Cuando mayor es la variabilidad capaz de ser influenciada por el manejo de insumos variables (fertilizantes, semillas, agroquímicos), mayor es el beneficio obtenido de la adopción del conjunto de innovaciones de la AP. Por el contrario, si existe homogeneidad en el lote, los beneficios disminuyen o desaparecen dependiendo de la innovación de AP que se analice.

Si se tiene en cuenta la etapa de investigación y desarrollo de tecnología de AP a nivel nacional, existen importantes beneficios adicionales no analizados en el presente trabajo.

En el capítulo 3 se enumeró el conjunto de innovaciones incluidas en el término “agricultura de precisión”. Se describió sintéticamente el alcance del sistema de posicionamiento global, aspecto de fundamental importancia en la ubicación espacial de datos. Se analizó el nivel de adopción actual y se destacaron los beneficios más importantes asociados a esta tecnología.

A continuación se profundiza el análisis de aspectos que permiten interpretar cómo se adopta cada una de las innovaciones en la RSPC.

³⁹ Lambert D. y Lowenberg Deboer J. 2000. Realizan una completa revisión de los beneficios de la AP.

ADOPCIÓN DE BANDERILLEROS SATELITALES, MONITORES DE RENDIMIENTO Y EQUIPOS DE FERTILIZACIÓN VARIABLE

El BS, MR y FV son innovaciones que se aplican a maquinarias agrícolas (pulverizadoras, cosechadoras, sembradoras).

Su utilidad no se aprovecha en forma aislada, sino que se manifiesta en función del mejoramiento de las actividades asociadas a la maquinaria agrícola donde se insertan. Esta característica es de relevancia, ya que los factores que influyen sobre el uso de las maquinarias agrícolas donde se insertan, afectan indirectamente la adopción de las innovaciones.

Actualmente el BS, MR y FV se pueden adquirir como componentes adicionales con la compra de pulverizadoras, cosechadoras y sembradoras. Esto determina la necesidad de conocer la dinámica del mercado de maquinaria agrícola, la ubicación e importancia de los proveedores que realizan desarrollo de productos y los proveedores de componentes de agricultura de precisión.

Por otro lado, se debe analizar el actor que se constituye en usuario y la forma en que se realizan actualmente las labores influenciadas por el cambio tecnológico. Este aspecto es fundamental, ya que las capacidades de absorción, la acumulatividad, la base de conocimiento, las trayectorias tecnológicas, los atributos de los adoptantes y muchos otros aspectos que se mencionaron como influyentes sobre los procesos de difusión de innovaciones, varían de acuerdo al actor que adopta. No presenta las mismas limitantes para

la adopción el contratista que el productor, ni el productor pequeño o mediano en relación al productor grande o al pool de siembra.

Asimismo, si el actor que hoy adopta la innovación (Ej.: fertilización variable) no coincide con el que actualmente realiza la labor (Ej.: fertilización a dosis fija) implicaría que la dinámica operativa de la labor está cambiando.

El mercado de maquinarias será analizado desde la perspectiva de las innovaciones de la AP, es decir, se analizará el mercado de cosechadoras (donde se inserta el MR), pulverizadoras (donde se inserta el BS y la FV) y de sembradoras (donde se inserta la FV).

Las tendencias observadas en la evolución de las actividades agrícolas y en el uso de maquinaria también deben ser tenidas en cuenta para el análisis de procesos de difusión desde una perspectiva de mediano plazo.

4.1) Dinámica del mercado de maquinaria agrícola argentino en los últimos años

Los años post devaluación mostraron en la Argentina un incremento muy importante en la demanda de maquinarias en general, que se ve reflejado en la dinámica de venta (Fig. 17)

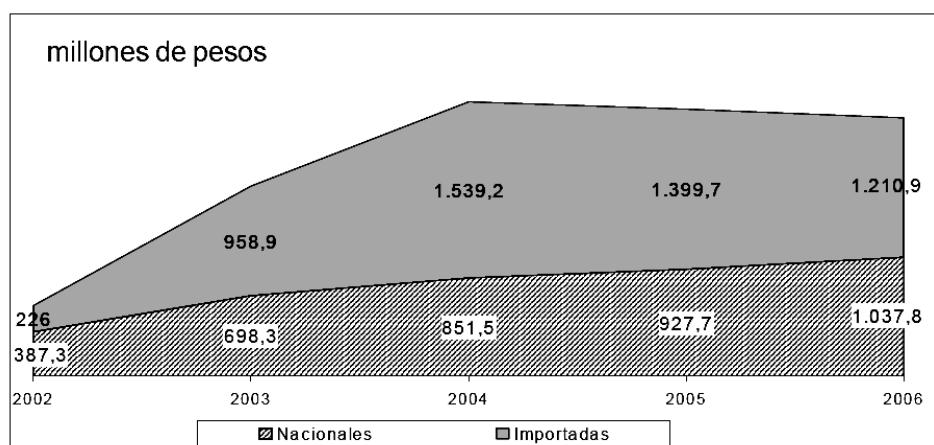


Fig. 17: Venta de máquinas agrícolas nacionales e importadas
(Fuente: INDEC, Informe de coyuntura marzo 2007)

La maquinaria de origen nacional participa en todos los rubros pero es claramente predominante en el sector de sembradoras (INDEC, 2007) y pulverizadoras (Corradi P. y otros, 2005).

El análisis de la evolución de ventas en forma individual (de cosechadoras, pulverizadoras y sembradoras) muestra una dinámica similar al gráfico precedente como se observa en las figuras 18, 19 y 20.

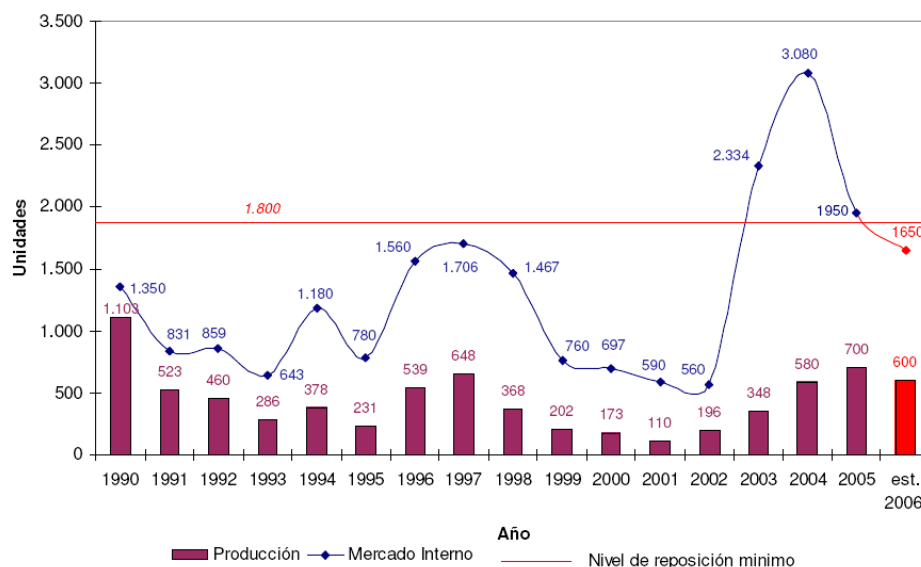


Fig. 18: Venta de cosechadoras en Argentina: (fuente: Bragachini 2006)

La venta de cosechadoras en los últimos años cae hasta situarse en 2005 y 2006 (estimado) en valores cercanos al nivel de reposición mínimo⁴⁰.

⁴⁰ Nivel de reposición que garantiza la actualización del parque de maquinarias.

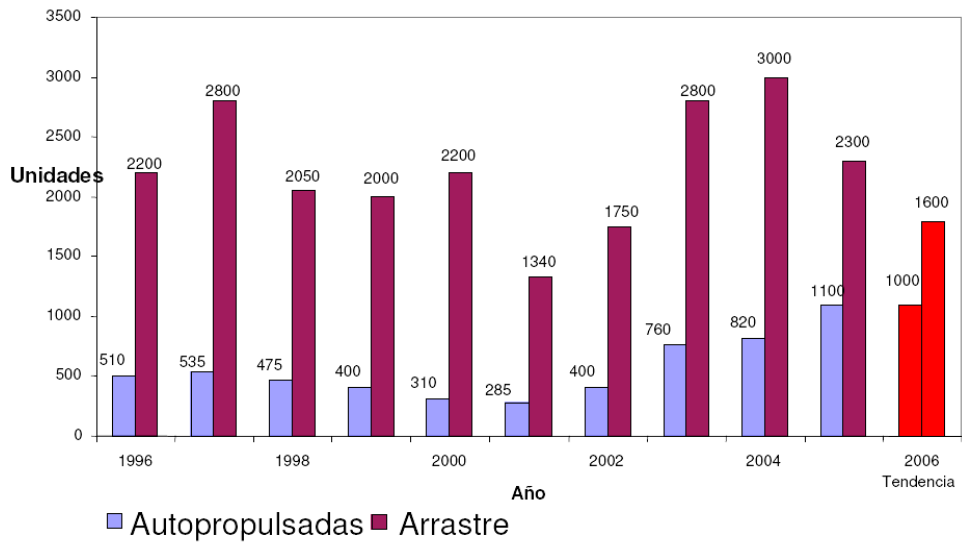


Fig. 19: Venta de pulverizadoras en Argentina: (fuente: Bragachini 2006)

La dinámica venta de las pulverizadoras muestra un crecimiento sostenido desde 2001 en las autopropulsadas. Sólo en los equipos de arrastre⁴¹ se observa, partir de 2004, una disminución sostenida.

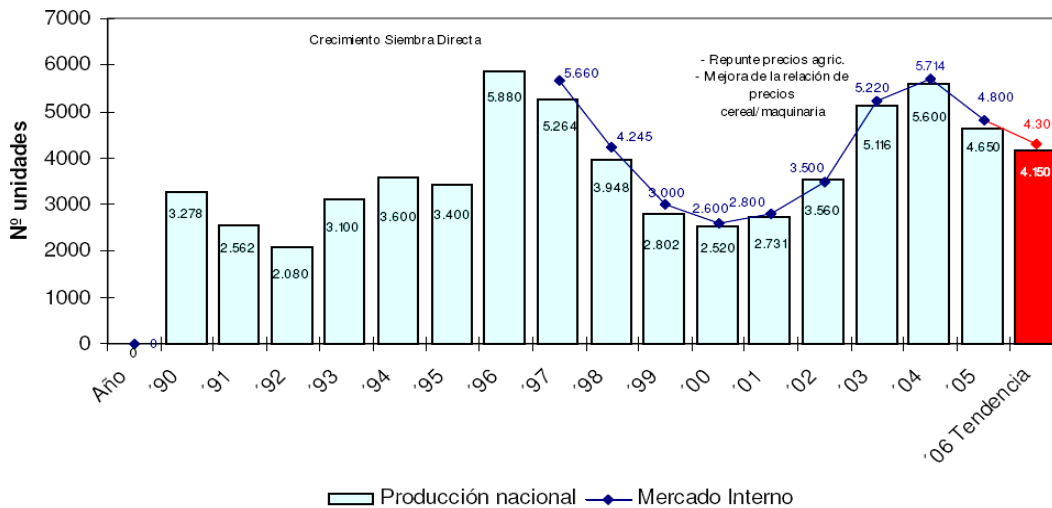


Fig. 20: Venta de sembradoras en Argentina: (fuente: Bragachini 2006)

La evolución de ventas de sembradoras muestra una tendencia similar a la descrita en pulverizadoras de arrastre.

⁴¹ Equipos de Arrastre: aquellos que requieren de un tractor para operarlos.

Los datos disponibles no tienen en cuenta las dimensiones de las unidades vendidas. No se dispone de información al respecto, pero se considera factible que exista un aumento en cuanto a la capacidad de trabajo de la maquinaria agrícola, en la mayoría de los rubros.

4.2) Localización de proveedores de maquinaria agrícola

El Proyecto DEMAACO (2006) menciona en relación a los fabricantes que *“...en el país existen unas 650 empresas de maquinaria agrícola con más de 10 empleados y de ellas el 30% están radicadas en la provincia de Córdoba, el 42% en Santa Fe y el 18% en Buenos Aires”* La ubicación geográfica de las empresas de maquinaria agrícola en el año 1999 se presenta en la fig. 21.

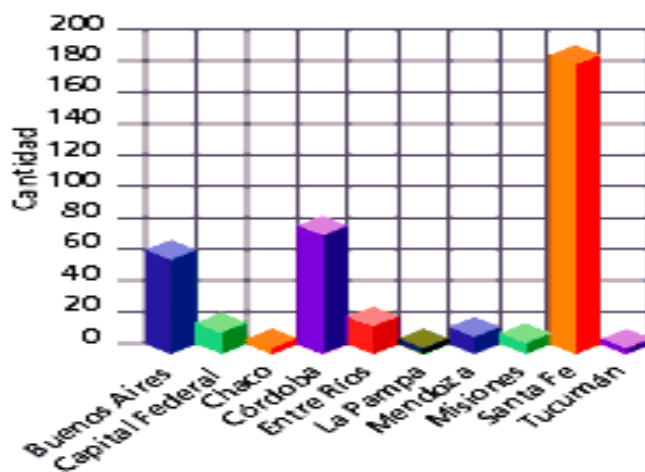


Fig. 21: Cantidad de empresas dedicadas a la fabricación de maquinaria agrícola por provincias (Fuente: web Consejo Federal de Inversiones, datos del año 1999)

Actualmente, la provincia de La Pampa no dispone de empresas que produzcan cosechadoras, pulverizadoras, ni sembradoras.

La difusión en la RSPC de las innovaciones en estudio se da en un ambiente favorable a la adopción a partir de 2002, al menos desde el punto de vista de

las ventas de maquinaria. Bragachini (2006) menciona que *“El mercado de agrocomponentes para máquinas precisas y agricultura precisión, creció el 264% en los últimos tres años (2003/2006). Es el rubro de mayor crecimiento durante estos últimos tres años”*. Y agrega *“Argentina dispone de todas las herramientas que se encuentran disponibles en el resto del mundo”*

4.3) Origen de los componentes de agricultura de precisión

La AP se realiza adicionando a la maquinaria agrícola tradicional los componentes tecnológicos que permiten el trabajo con mayor precisión.

El desarrollo de componentes de AP requiere de conocimientos específicos. Bragachini (2006) menciona que *“la electrónica, la electrohidráulica, la electroneumática, la robótica, sumada al GPS y a los softwares específicos constituirán los mayores adelantos en materia de prestación, automatización y entrega de información de la maquinaria agrícola del presente y del futuro”*.

A nivel nacional, se producen BS y equipos de FV, mientras que los MR son predominantemente importados.

Existe solamente una empresa con su matriz situada en la región de estudio, que produce componentes de la AP (BS)⁴². La ubicación geográfica de esta empresa genera externalidades que serán analizadas posteriormente.

La generación y producción de estos componentes disponibles en Argentina es realizada por empresas multinacionales (AgLeader, Veris, ARAG, etc) y nacionales (Abelardo Cuffia, D&E, Sylcomp, Landtech/Dexel, Verion, SIID, etc) dedicadas al rubro como actividad principal. Algunas de estas empresas cuentan con tradición en rubros relacionados (fabricantes de maquinaria

⁴² Se producen banderilleros satelitales y equipos afines con desarrollo propio.

agrícola o agropartes) e incorporan desarrollos propios de innovaciones de la AP a su cartera de productos.

Las empresas proveedoras de sembradoras, cosechadoras y pulverizadoras incorporan componentes de AP con desarrollos propios comercializados con la misma marca (John Deere, Caseii, Claas, AGCO), o bien mediante convenios con fabricantes de componentes de AP.

En los desarrollos de equipos de FV, se observa con mayor frecuencia convenios entre empresas con diferente *expertise*, para el desarrollo conjunto de productos (Ej.: Oleohidráulica Di Rocco- SIID).

Los representantes de empresas multinacionales suelen realizar desarrollo de productos dentro del país en grado variable (Ej.: D&E, Abelardo Cuffia).

4.4) Tendencias en el mercado de maquinaria agrícola

El objeto de estudio se delimitó analizando algunas tendencias que se presentan a nivel mundial y nacional.

Bragachini menciona que “...*la tendencia mundial es sacar al fertilizante de la sembradora...*” “*El día que Argentina realice una agricultura con reposición de nutrientes, el fertilizante en altas dosis desaparecerá de las sembradoras, quedando solamente un fertilizante compuesto líquido (solución) como arrancador en baja dosis*”. (Bragachini, 2006)

En relación a la aplicación de agroquímicos el mismo autor indica: “*La aplicación de agroquímicos a través de pulverizadoras en cultivos extensivos en Argentina sufrió algunos cambios en la demanda del productor, inclinándose por las máquinas autopropulsadas en detrimento de pulverizadoras de arrastre.*” (Fig. 19) Entre otras causas de este fenómeno menciona la mayor capacidad de trabajo, el mayor aprovechamiento de las condiciones favorables

a la aplicación de agroquímicos, y menores riesgos de contaminación con gases y líquidos nocivos, lo que implica una mayor capacidad para amortizar costosos equipamientos.

“...las pulverizadoras autopropulsadas pueden amortizar en menos tiempo y hectáreas (7.000 a 8.000 ha/año) los equipamientos costosos y de comprobada eficiencia de prestación, como ser: los banderilleros satelitales, las computadoras interactivas, los picos quíntuples, los barrales activos con sensores de altura, etc.,...” “Todo parece indicar que es una tendencia del mercado sin retorno para la aplicación de agroquímicos en cultivos extensivos”.

(Bragachini 2006)

“También, las máquinas pulverizadoras autopropulsadas presentan ventajas importantes en el chorreado de fertilizantes líquidos (...). El chorreado pre y post emergente de Nitrógeno líquido ofrece ventajas operativas muy fuertes, teniendo mucha demanda en estos últimos dos años, con un futuro muy promisorio.” (Bragachini 2006)

A nivel de monitores de rendimiento, Bragachini (2006) menciona que *“un monitor de rendimiento de origen nacional que sea competitivo en precio y prestaciones con los de origen americano aún es una materia pendiente, pero no tardará más de dos años en aparecer uno aunque más no sea a nivel de prototipo”.*

4.5) Tendencias en la ejecución de labores agrícolas asociadas a los adoptantes potenciales de agricultura de precisión

El aumento de la capacidad de trabajo (equipos más grandes y eficientes), el mayor valor económico de la maquinaria, y la necesidad de hacer uso de las

maquinarias en una ventana de tiempo acotada, hacen que algunas labores (en especial cosecha y pulverización) tiendan a ser tercerizadas por los productores agropecuarios.

Por otro lado, en muchos casos, la magnitud de la superficie trabajada por pequeños y medianos productores no satisface el umbral necesario para lograr una adecuada amortización que permita la renovación del parque de maquinarias.

Esto trajo aparejados algunos cambios en la figura del productor agropecuario, no así en la propiedad de la tierra (Lódola y Fosatti, 2005)

El incremento de superficie trabajada a nivel de la actividad de contratista (a tiempo parcial o completo) permite, entre otras cosas, la amortización y actualización del parque de maquinarias.

La tercerización creciente de algunas actividades (especialmente cosecha y pulverización) implica un cambio en la figura del adoptante de innovaciones de la AP, con pérdida de importancia relativa del productor agropecuario e incremento del peso relativo del contratista.

En el año 2002, se realizó el Censo Nacional Agropecuario (CNA 2002, INDEC) que incluyó, entre otros, un relevamiento de la existencia de explotaciones agropecuarias (EAPs), maquinaria agrícola en propiedad de las mismas, y contratación de servicios agropecuarios a terceros. La figura 22 muestra la disponibilidad de maquinaria en los departamentos seleccionados⁴³ que representan alrededor del 88 % del parque total de maquinarias de la provincia de La Pampa.

⁴³ La selección de departamentos se realizó a los fines de excluir departamentos que no realizan actividad agrícola en forma relevante por lo que no constituyen adoptantes potenciales de la AP en la actualidad.

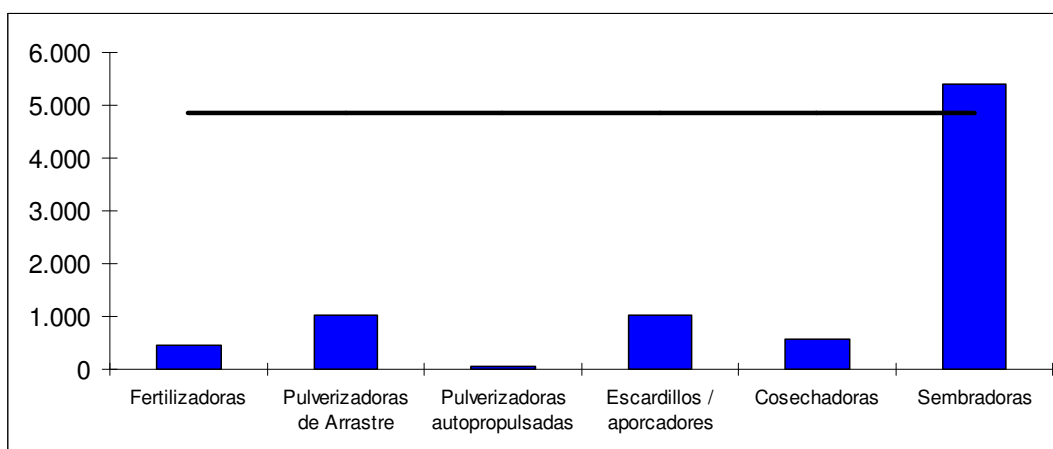


Fig. 22: Cantidad de maquinaria agrícola por tipo en La Pampa. Nótese la línea horizontal que representa el número total de EAPs en los departamentos seleccionados. (Fuente: Elaboración propia en base a CNA 2002).

Los productores disponían, en ese momento, de un promedio de aproximadamente una sembradora por cada EAP. Menos del 25 % de los productores disponen de pulverizadoras de arrastre y fertilizadoras. Sólo el 12 % de las 4849 EAPs relevadas en La Pampa (departamentos seleccionados), dispone de cosechadoras de su propiedad. La disponibilidad de pulverizadores autopropulsados propios, es aún menor a nivel de EAPs. La contratación de servicios a terceros (promedio de los departamentos seleccionados) fue más alta en las actividades de cosecha de granos, seguida de la siembra, y en tercer lugar, las actividades de mantenimiento entre las que se encuentra la pulverización (Fig. 23).⁴⁴ Esta información no coincide totalmente con la disponibilidad de maquinaria.

⁴⁴ El CNA es realizado a productores agropecuarios y su finalidad no es la de relevar los servicios agropecuarios

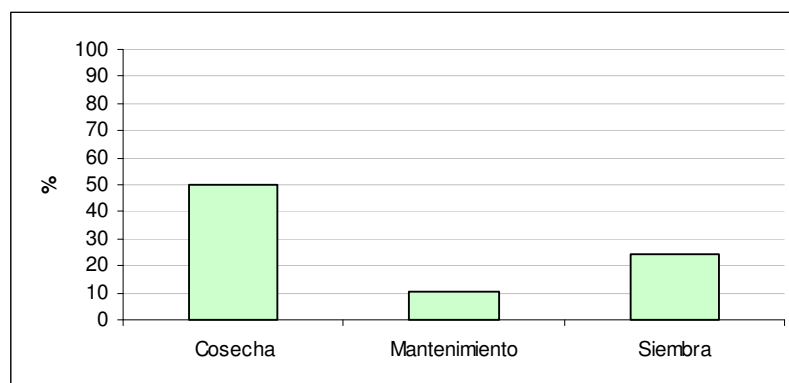


Fig. 23: Porcentaje de EAPs que contrataron servicios agropecuarios
Fuente: Elaboración propia en base a CNA 2002 (INDEC)⁴⁵

Lódola y Fossati (2004) en un trabajo referido a los prestadores de servicios agropecuarios (contratistas) mencionan que los Censos 1988 y 2002 *“han captado muy bien a los productores ... han brindado datos sobre la cantidad de ha contratadas a prestadores de servicios; sin embargo, no han tenido en cuenta a las unidades prestadoras de servicios que no son productores. De esta forma no existe información sobre estos agentes...”*

En la provincia de Buenos Aires, en 2002, se realiza un Relevamiento Provincial de Servicios Agropecuarios que intenta relevar específicamente este tipo de actores. El análisis de toda la provincia de Buenos Aires indica que los contratistas prestan mayoritariamente servicios de pulverización principalmente terrestre (cuidados culturales químicos terrestres) y en menor medida aérea (cuidados culturales químicos aéreos). En segundo lugar, en base a la superficie trabajada, se encuentra la cosecha de granos, seguida de la siembra. Los contratistas exclusivos⁴⁶ trabajaron el 76 % de la superficie total de labores contratadas.(Fig. 24)

⁴⁵ El análisis por departamento muestra algunas diferencias entre los mismos que no hacen a la esencia del presente trabajo pero sería interesante analizar en trabajos futuros.

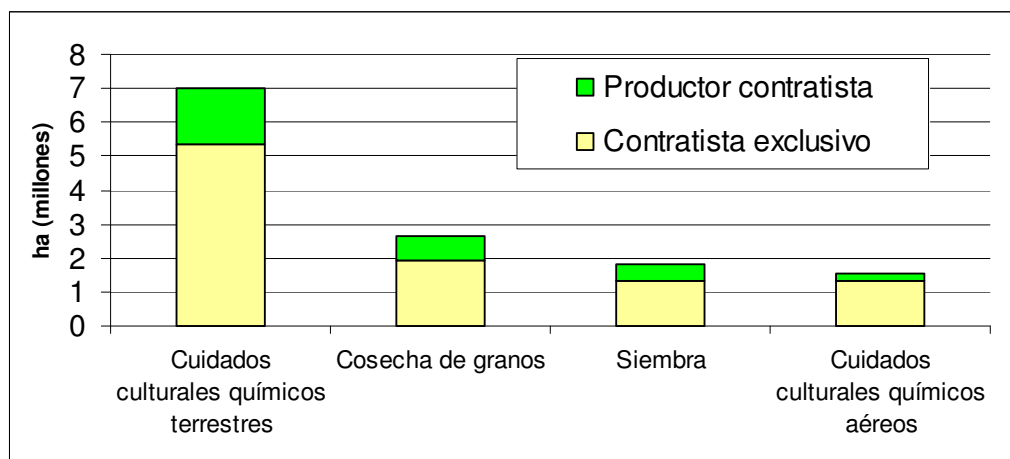


Fig. 24: Superficie trabajada por Prestadores de Servicios Agropecuarios en la provincia de Bs. As.
 Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento Provincial de Servicios Agropecuarios 2002, Gob. Bs. As.

El análisis de la Región Mixta Oeste de Buenos Aires (ver mapa en el anexo 3), semejante en las modalidades de producción al noreste de la provincia de La Pampa y sur de Córdoba, muestra una tendencia similar en cuanto a las actividades predominantes de los contratistas (Fig. 25)

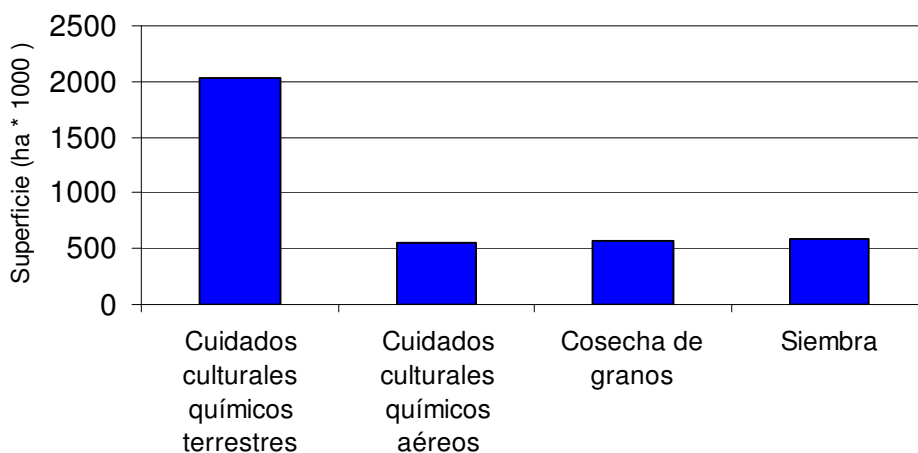


Fig. 25: Superficie trabajada por Prestadores de Servicios Agropecuarios en la provincia de Bs. As.
 Fuente: Elaboración propia en base a Relevamiento Provincial de Servicios Agropecuarios 2002, Gob. Bs. As.

⁴⁶ Contratistas exclusivos (contratistas puros): contratistas que no realizan actividades de producción agropecuaria.

Productor contratista: contratista que además realiza producción agropecuaria.

A modo de resumen de la información secundaria disponible, se menciona que las pulverizadoras autopropulsadas y las cosechadoras están en manos mayoritariamente de contratistas, quienes prestan servicios al resto de los productores agropecuarios, y en algunos casos, producen por su propia cuenta. Esto implicaría que las innovaciones en estudio serían adoptadas mayoritariamente por este actor, y en segunda instancia por productores, presumiblemente de gran escala (productores capitalizados / pooles).

Si se tiene en cuenta que las innovaciones de la AP objeto de la presente tesis son de tipo incorporadas a maquinaria agrícola; que esta maquinaria es utilizada por los contratistas en forma ambulatoria; que la esencia del modelo epidémico de difusión de innovaciones es un proceso de difusión de información; se puede considerar que la actividad de los contratistas juega un rol significativo como vector tecnológico acelerando el proceso de adopción, especialmente en las etapas de conocimiento y persuasión.

Por otro lado, el carácter ambulatorio de los primeros adoptantes, disminuye la incertidumbre asociada a las innovaciones para nuevos adoptantes y aumenta la probabilidad de contacto entre adoptantes actuales y potenciales a través de los relaciones interpersonales. Estas relaciones son de especial importancia para la adopción del resto de categorías de adoptantes que siguen a los innovadores en la curva de adopción acumulada, y para la etapa de persuasión en el proceso de adopción (Rogers 1995)

4.6) Adopción de banderilleros satelitales y monitores de rendimiento

Bongiovanni (2006) menciona que *“los banderilleros satelitales constituyen la tecnología con mayor tasa de crecimiento, porque son fáciles de usar y porque*

sus beneficios son inmediatos". Asimismo menciona que *"uno de los motivos de la rápida adopción de banderilleros satelitales en Argentina es que son pocas las pulverizadoras autopropulsadas que cuentan con marcadores de espuma, sino que la mayoría continúa usando dos personas con banderas (banderilleros) en ambos extremos del lote. El uso del sistema de guía por GPS permite reducir el riesgo de intoxicación ligado a esta actividad, y el costo de la mano de obra."*

En cuanto a los MR, Bongiovanni (2006) expresa que *"los desafíos más importantes para la agricultura de precisión en Argentina son capacitar a los operarios de cosechadoras para recolectar información de calidad⁴⁷ y entrenar a los profesionales del sector para que realicen análisis de rentabilidad y para que interpreten los datos"*.

Bragachini y otros (2006) mencionan que *"los monitores de rendimiento han sido diseñados con el objetivo de **recolectar datos para su posterior análisis**"*.

El beneficio principal del monitor de rendimiento es el conocimiento acerca de qué es lo que sucede en cada punto del lote luego de haber aplicado una estrategia de manejo de cultivo determinada. Sin esta tecnología, el lote se maneja en base a un promedio, con la consiguiente pérdida de información. Considerando lo anterior, el mapa de rendimiento sería de mayor utilidad para el productor (el cliente del contratista) que para el adoptante (que realiza sólo la cosecha) ya que representa un conjunto de datos que permiten mejorar las prácticas de producción, en base al conocimiento detallado de cada punto del lote. Esta información carece de valor para el contratista, quien no participa en

⁴⁷ La calidad de recolección de datos está asociada principalmente a la calibración. La forma en que se realiza se describe en el anexo.

la planificación de las prácticas de producción, sino que actúa puntualmente en la etapa de cosecha prestando un servicio.

En los últimos años, los sensores de los MR vienen instalados de fábrica (en varias empresas) en forma estandar en las cosechadoras, aunque sin el GPS correspondiente. El análisis de los beneficios obtenidos de la adopción de MR, para cada uno de los actores involucrados en este proceso (productor y contratista), puede contribuir a comprender la existencia actual de monitores de rendimiento colocados en cosechadores sin el correspondiente GPS (situación evidenciada en el cuadro 2), lo que impide manejar la información en post-cosecha.

4.7) Adopción de fertilización variable

El análisis de la fertilización variable requiere un diagnóstico de situación acerca de los fertilizantes en uso y la maquinaria que realiza esta labor en dosis fija. El análisis de la realidad contemporánea acerca de cómo y con qué se realiza la fertilización a dosis fija, permitirá comprender dónde se inserta la innovación de la FV, qué cambios se producen en forma incipiente, y qué cambios puede acarrear su adopción.

A diferencia de las tareas de pulverización y cosecha, que son realizadas con un claro predominio de los contratistas, la fertilización a dosis fija es realizada en la actualidad a través de un conjunto de maquinarias agrícolas (sembradoras, fertilizadoras y pulverizadoras), en manos de distintos actores (productores y contratistas).

La fertilización en la región de estudio se realiza en base a distintas fuentes (tipos de fertilizantes). Más allá del nutriente que se utiliza⁴⁸ es importante conocer su formulación (líquido ó sólido). Esto es fundamental porque la maquinaria agrícola que fertiliza con sólidos, es distinta que la correspondiente a líquidos.

En fertilización sólida, se utilizan en forma mayoritaria sembradoras y fertilizadoras esparcidoras de arrastre (tracción por tractor). En el caso de cultivos de escarda⁴⁹, se suele fertilizar además con el escardillo. La fertilización líquida se realiza casi completamente con pulverizadora⁵⁰.

El cultivo de **trigo** representó en las campañas 1997 (Montoya y otros, 1999) y 2001 (Censo Nacional Agropecuario 2002, INDEC), el 62 y 50 % respectivamente de la superficie total fertilizada en la provincia de La Pampa. En segundo lugar se ubican el girasol y maíz con participación variable (Fig. 26)

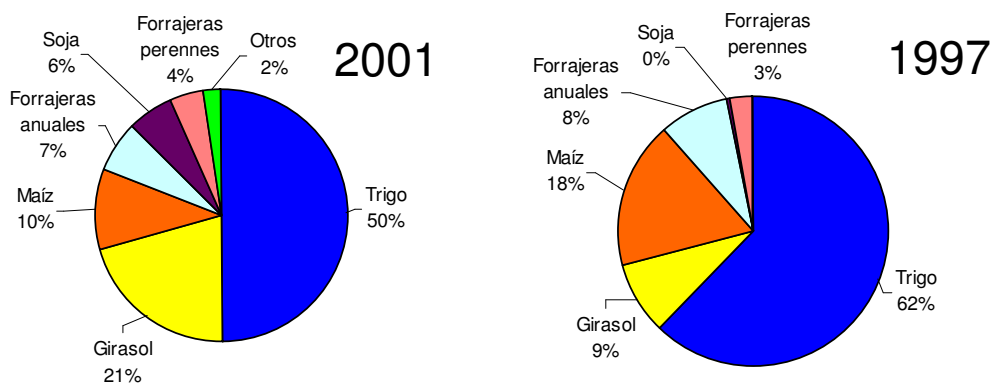


Fig. 26: Participación por cultivo en superficie total fertilizada en la Provincia de La Pampa en la campañas 1997 y 2001.
Fuente: Elaboración propia en base a INDEC (Censo 2002), y Montoya y otros (1999)

⁴⁸ El nitrógeno es el nutriente que más su utiliza en la región

⁴⁹ Cultivos que cuya distancia entre surcos permite el paso de una púa en el entresurco (distancia mínima entre surcos (52 cm)

⁵⁰ Existen casos de fertilización líquida con otros dispositivos que consitutyen sólo casos aislados.

García M. (2005) describe los distintos fertilizantes utilizados en la campaña 2003/04 en el cultivo de trigo en la región V sur⁵¹. Del análisis de los datos surge que el 92 % de la superficie de trigo es fertilizada con **fertilizantes sólidos**, el 2 % con líquidos, y el 6 % utiliza indistintamente uno u otro, en base a sus precios relativos. Lorda y otros (2003) mencionan que en la provincia de La Pampa, la fertilización con fertilizantes líquidos en trigo, representa el 16 % de la fertilización postergada, el 6 % de la realizada a la siembra y no encontraron evidencias de fertilización líquida en presembrado.

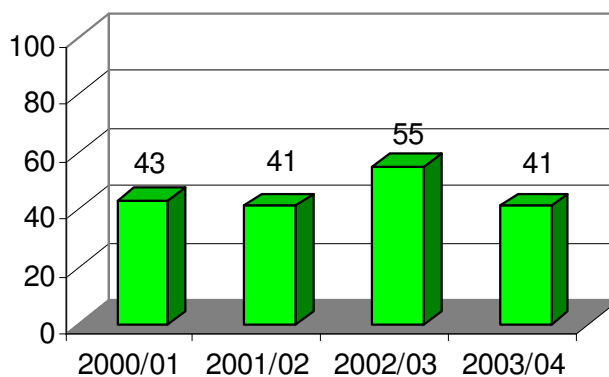


Fig. 26: Porcentaje de productores de trigo que fertilizaron el cultivo de trigo en las campañas 2000/01 a 2003/04.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Lorda y otros (2003 y 2004)

Lorda y otros (2004) mencionan que del total de productores de trigo que decidieron fertilizar en la campaña 2003/04 (Fig. 26), el 39 % lo hizo a la **siembra**, el 34 % al **macollaje**⁵² (postergada), el 23 % **fraccionado**⁵³ y el 4 % en presembrado.

⁵¹ La región V Sur incluye el área objeto de estudio del presente trabajo más el extremo sur de la provincia de Buenos Aires. (en el anexo se muestra un mapa de las regiones trigueras de Argentina).

⁵² Estado vegetativo del cultivo de trigo, que comienza alrededor de 1 mes después de la siembra y se extiende por espacio de aproximadamente 2-3 meses.

⁵³ Fraccionado: implica más de un momento de fertilización. Fertilización a la siembra y al macollaje representa el 79 % de esta categoría, seguido por pre-sembrado y macollaje con 18 %.

Analizando las campañas 1999/00 y 2001/02, para los cultivos de cosecha gruesa, Lorda y otros (2003 b) mencionan que la fertilización predominante en los cultivos de **girasol, soja y maíz** es realizada a la **siembra**.

Teniendo en cuenta la importancia relativa de cada cultivo en el volumen de fertilización, los momentos de fertilización más difundidos para estos cultivos, y la formulación más utilizada, y si continúa el sistema de producción vigente; el mayor mercado para la FV estaría dado por productores de trigo, en fertilizaciones a la siembra, y con fertilizantes sólidos.⁵⁴

Si observamos la adopción de las herramientas de fertilización que permitirían la aplicación de FV (Bongiovanni, 2006), vemos que las fertilizadoras autopropulsadas representan el 50 % de los equipos de FV (implica fertilización líquida), seguidos por las incorporadoras de urea⁵⁵ (30 %, fertilizantes sólidos) y en tercer lugar, las sembradoras y esparcadoras de fertilizante al voleo (20 % en ambos casos, fertilizantes sólidos).

Cabe destacar, de acuerdo a la información secundaria relevada, que los equipos utilizados en fertilización a dosis fija en la mayoría de la superficie de la región implican la aplicación de fertilizantes sólidos, a través de sembradoras y fertilizadoras mayoritariamente, mientras que las tendencias observadas a nivel nacional en los equipos que disponen de FV, marcan un predominio de FV líquida aplicada con pulverizadoras autopropulsadas (Cuadro 2, Capítulo 3) De confirmarse esta tendencia a nivel local, significará un cambio importante en la dinámica de fertilización en la RSPC.

⁵⁴ Varios de los autores citados anteriormente mencionan una tendencia al aumento de la fertilización líquida, aunque actualmente en volumen relativo al total, es considerada así.

⁵⁵ El perfil de especialización de los cultivos del resto de las provincias de la región pampeana determina que esta herramienta sea utilizada en fertilización. En el área de estudio esta maquinaria no es utilizada en la misma proporción.

A diferencia de las otras innovaciones, la FV requiere un conocimiento previo del espacio geográfico donde se aplicará esta tecnología. Esto implica disponibilidad de información de los lotes (de diversas fuentes), análisis e interpretación agronómica, y elaboración de la prescripción.

La necesidad de información georreferenciada previa puede ser satisfecha de diferentes fuentes. La más accesible posiblemente sean los mapas de rendimiento. Sin embargo, debido a la necesidad de contar con varias campañas que permitan observar tendencias y variabilidad entre años con mayor grado de confianza, muchos inician el proceso con otros tipos de información adicionales, como las imágenes satelitales, a fin de obtener datos de mayor un número de campañas (Reunión Técnica D&E, 2006)

Bongionvanni (2006) menciona que en Argentina, a raíz del alto costo de los análisis de suelo, se pueden utilizar otras fuentes de información de menor costo como mapas de rendimiento, mapas topográficos, imágenes satelitales, mapas de elevación digital⁵⁶, fotografías aéreas y eventualmente sensores remotos y de suelo.

En síntesis, en el capítulo 4 se plantearon aspectos específicos a la adopción de BS, MR y FV. Se analizó la oferta de la maquinaria agrícola tradicional y de los componentes de agricultura de precisión. Se identificó el actor principal que realiza las labores afectadas por estas innovaciones actualmente, con el objeto de identificar al adoptante potencial de cada una de las innovaciones. Asimismo, se resaltaron algunas tendencias de mediano plazo en la evolución

⁵⁶ Mapa que representa el relieve de la superficie del suelo.

de la maquinaria y de los adoptantes potenciales, que pueden afectar la dinámica de adopción.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos surgen del análisis de las entrevistas a distintos actores (productores, asesores, contrastistas, proveedores, prestadores de servicios, etc) desde el marco teórico precedente y la información disponible.

Por consiguiente, es producto de la conjunción de información de tipo primaria y secundaria desde el enfoque teórico analítico de los autores seleccionados.

A continuación se presentan los resultados en dos partes.

En la primera se analizan los atributos de las innovaciones, de los adoptantes y del ambiente, que afectan la adopción de BS, MR y FV en la Región Semiárida Pampeana Central.

En la segunda se presentan las principales motivaciones detectadas en las entrevistas, clasificadas de acuerdo al momento de adopción y al nivel de incertidumbre relativo a la innovación, en dos etapas: temprana y tardía.

A) Primera parte

5.1) Atributos de las innovaciones

Los atributos de las innovaciones analizados derivan de los propuestos por Rogers (1995): su ventaja relativa, su nivel de complejidad de uso, su compatibilidad con la rutina actual de trabajo, su facilidad de experimentación en pequeña escala y su nivel de facilidad de observación por parte de terceros.

5.1.a) Ventaja relativa. Beneficios de la adopción de BS, MR y FV

La ventaja relativa indica el grado en que la adopción nueva tecnología genera mejoras en relación a la tecnología actualmente en uso.

El BS ha sido una de las innovaciones más velozmente adoptada masivamente. Uno de los atributos que permite explicar parte de esta dinámica es su ventaja relativa.

Entre los principales beneficios de la adopción está la disminución de la mano de obra necesaria para realizar la aplicación de agroquímicos.

El sistema de BS reemplaza a dos sistemas de guía utilizados previamente:

- a) Banderilleros humanos: personas que indican al conductor de la pulverizadora la dirección de aplicación. En algunos casos se ubica un banderillero en cada extremo del lote. En otros, el banderillero marca puntos de referencia en cada extremo con alguna señal logrando el mismo objetivo.

Las condiciones de trabajo al aire libre durante varias horas (entre otras causas) hacen que el trabajo de banderillero sea poco atractivo para la mano de obra tradicional. A causa de esto, con frecuencia se recurre al trabajo con jóvenes, lo que constituye un riesgo. El trabajo con productos tóxicos, y la frecuente falta de instrucción y experiencia de los banderilleros, aumentan la probabilidad de accidentes. Asimismo, a nivel operativo, significa complicaciones debido a la necesidad de trasladar a los banderilleros, quienes frecuentemente no cuentan con medios de movilidad propios.

b) Marcadores de espuma: el sistema de guía por banderilleros humanos fue parcialmente desplazado con el uso de marcadores de espuma. Estos equipos constan de un recipiente con líquido que produce espuma, que aplicada en un extremo del botalón, sirve de guía para la pasada siguiente. La marca producida por la espuma puede ser desplazada por el viento y tiene un tiempo limitado de vida útil, el cual disminuye en días de calor. Cuando el lote a aplicar posee mucha cobertura, la espuma pierde visibilidad. En algunas zonas del noreste de La Pampa, el marcador de espuma no tuvo éxito debido a la menor calidad del agua:

“Marcador de espuma nos duró un año, en los equipos. Porque fue tan engorroso y tan problemático. Por el tema del agua, no marcaba, teníamos aguas duras”⁵⁷

En los casos donde se utilizaba marcador de espuma, el BS convivió con este sistema durante un tiempo variable. Inclusive actualmente algunos lo utilizan en forma simultánea:

“Las máquinas yo las tengo preparadas con marcador de espuma porque nunca sé, es decir, la tecnología está pero se corta.” (Entrevista 10)

El surgimiento del BS vino a solucionar un problema operativo y social (riesgos asociados al uso de banderilleros humanos), desplazando rápidamente los sistemas de marcado previos:

“ahí se acabó un problema que era social, sanitario y complicado” (entrevista 12)

Adicionalmente, el BS posee la ventaja de aumentar la capacidad de trabajo, al permitir trabajar en condiciones donde el marcador de espuma no funciona en forma óptima (condiciones de altas temperaturas, viento, alto volumen de rastrojo), o bien, donde el banderillero humano requiere más personal o es

⁵⁷ Aguas Duras: aguas que contienen alto contenido de sales de calcio y/o magnesio.

engorroso (lotes largos con ondonadas que no permiten visualizar al banderillero humano en el extremo del lote)

Otra ventaja muy importante es la posibilidad de trabajo en condiciones de oscuridad o baja visibilidad⁵⁸. Un proveedor de equipos indica

“antes, un contratista, cuando había viento tenía que parar. Hoy en día duerme de día y trabaja de noche” ... (entrevista 6)

El conjunto de ventajas permite incrementar la capacidad de trabajo con la nueva tecnología:

“se está hablando que una máquina aumenta su rendimiento en aproximadamente un 40 % ...” (entrevista 6)

El BS es una innovación incorporada a un equipo. Sus beneficios son apropiados mayoritariamente por quien realiza la inversión generando a partir de sus ventajas, una mejora operativa y económica en el adoptante.

En el caso de los MR y la FV (también constituyen innovaciones incorporadas a equipos), la inversión la realiza el usuario mayoritariamente (contratista), pero la apropiación de los principales beneficios derivados de la innovación recae sobre el productor primario.⁵⁹

“En realidad, el monitor de rendimiento de la cosechadora no te baja ningún costo, al cosechero, al contratista, ni hacés más ha ni ..., en cambio ésta⁶⁰ es una herramienta que te permite optimizar tu trabajo. No es un servicio a terceros para mí.” (Entrevista 12)

La principal ventaja del uso de MR radica en que permite el registro de información geo-referenciada, con detalle de la variabilidad entre zonas y años dentro de un lote. Esto sirve de insumo para entender mejor los sistemas de producción. Este mayor entendimiento permitiría identificar subzonas dentro de

⁵⁸ Condiciones de baja humedad y/o viento durante el día que no permitían la realización de pulverizaciones efectivas, podían ser soslayadas trabajando durante la noche si las condiciones mejoraban (Frecuentemente la humedad relativa aumenta durante la noche).

⁵⁹ La diferenciación del servicio podría verse como la única ventaja que es apropiada por el contratista, la cual incrementaría las posibilidades de conseguir mayor superficie para trabajar”

⁶⁰ Hace referencia a Banderillero Satelital.

un lote, y en los casos en que sea beneficioso, asignarles un tratamiento diferencial a posteriori.

Como se mencionó anteriormente, esta ventaja es atractiva para el productor, quien a partir de la comprensión del efecto de diversas estrategias de manejo sobre el beneficio económico, puede realizar cambios que mejoren su ecuación económica. Para el contratista, quien interviene en la etapa final del proceso productivo primario (en la cosecha), el mayor conocimiento de cómo manejar recursos más eficientemente en etapas previas a la cosecha, no constituye una ventaja o beneficio. El uso de MR tampoco le permite una mejora económica por incremento de eficiencia en la cosecha. Paradójicamente, el contratista es quien realiza la inversión de adopción.

Evidentemente existen incentivos diferentes en la predisposición a utilizar MR entre estos dos actores que deben ser superados para concretar el proceso de adopción.

Esta situación particular dio origen, especialmente en el caso de MR, a innovaciones financieras que facilitan los procesos de adopción (ver aparte Innovaciones financieras).

La mayor demanda del servicio de cosecha con MR proviene de productores grandes y pooles de siembra⁶¹, que son quienes trabajan la mayor superficie (Fig. 10). Por esta razón, la principal ventaja que observan los contratistas para la adopción es contar con un servicio diferenciado que permita captar (o mantener) a estos clientes predilectos y aumentar (o mantener), de esta forma, la superficie trabajada.

⁶¹ Este aspecto será analizado en mayor detalle como un atributo de los adoptantes.

INNOVACIONES FINANCIERAS

Se registran casos de grandes productores y pooles de siembra, que convencidos de las ventajas de contar con los mapas de rendimiento de sus lotes de producción, han financiado la compra de monitores de rendimiento a sus contratistas. La forma específica en que se sustancia este convenio es variable. Algunas formas observadas son créditos a dos campañas (el pool adelanta la inversión que se devuelve en dos campañas) y cambio por trabajo (el contratista se compromete a realizar trabajos al pool a cambio de la inversión)

“todos los contratistas que trabajaban con X (un pool de siembra), X les daba la posibilidad de financiarlo a dos campañas.” (Entrevistado 12)

“Eso lo hicimos para que los contratistas adopten el tema de monitoreo y no les sea tan pesada la inversión inicial.”(Entrevistado 12.5)

En el caso de la FV sucede una situación semejante a la descrita para MR, con la diferencia que el mercado de fertilización líquida (hectáreas totales aplicadas) es menos importante en la actualidad, y no todas las empresas de pulverización están dispuestas a trabajar en fertilización líquida, por los problemas que serán descritos posteriormente.

La principal ventaja del uso de FV radica en la mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, que permite reducir costos a nivel del productor primario. Es decir, permite un mejor ajuste entre la necesidad real de fertilización y la práctica de aplicación de fertilizante en cada punto de un lote, lo que se traduce en un ahorro de costos. Esta ventaja, en forma similar a lo descrito para MR, no

representa un beneficio directo para el contratista, quien realiza la inversión en equipamiento para FV.

En el caso de FV, posiblemente por su menor nivel de adopción, no se han detectado aún situaciones descritas anteriormente como “innovaciones financieras”. Las diferencias en los incentivos entre actores (contratista y productor) en relación a la FV, suele superarse a través de un plus en el precio de contratación del servicio.

La factibilidad de aumentar rendimientos utilizando FV, en zonas que frecuentemente rinden menos (Ej.: lomas), fue mencionada por algunos promotores de la AP inicialmente, hace algunos años atrás. Estos aumentos de producto total han sido desestimados a la luz de los resultados obtenidos hasta el momento. Esta conclusión, manifestada por los entrevistados luego de algunos años de experiencia, permite una disminución de la incertidumbre asociada con la nueva tecnología y una mejora en la evaluación del retorno esperado y riesgo involucrado, como menciona Geroski (2000).

En forma similar al caso de MR, a nivel de contratista, la ventaja de la adopción de FV radica en la posibilidad de mantener y/o incrementar la superficie trabajada, especialmente en la categoría de clientes de mayor superficie.

A modo de síntesis se presenta el cuadro 3 de Ventajas Relativas para diferentes actores.

Cuadro 3: Ventajas Relativas

Innovación	Ventaja para el Productor Primario	Ventaja para el Contratista	¿Quién se apropia de los beneficios mayores?	¿Quién realiza la inversión?
BS	Incremento de precisión dependiente del método previo	Importante mejora operativa, social y económica	Contratista	Contratista
MR	Obtención de información geo-referenciada para toma de decisiones	Servicio diferencial aumenta posibilidad de mayor trabajo. Atención de un nicho de mercado particular**	Productor	Contratista*
FV	Eficiencia en el uso de insumos	Atención de un nicho de mercado particular**	Productor	Contratista

Obs.: *Como se mencionó anteriormente, esta situación particular generó innovaciones financieras.

** Grandes productores y pooles de siembra (ver punto "Tamaño de la firma")

5.1.b) Compatibilidad de las innovaciones con la operatoria de trabajo habitual

Las ventajas derivadas del uso de BS, no sólo son compatibles con la operatoria normal del trabajo sino que lo facilitan y aumentan la capacidad operativa⁶².

En forma similar, el uso de MR no modifica sustancialmente la operatoria rutinaria de trabajo. Agrega simplemente la calibración de los equipos (ver detalle en Anexo), pero con una pérdida de capacidad de trabajo casi insignificante (máximo de 10-15 minutos una calibración), contando con la balanza cercana.

⁶² El enfoque de Compatibilidad propuesto por Rogers es más amplio que el utilizado en la presente tesis ya que intervienen valores, costumbres, etc. El presente análisis se aboca sólo a los cambios en la operatoria habitual de trabajo.

Para la calibración de los MR es recomendable contar con carro tolva con balanza (o similar), ya que esto permite independizarse de la infraestructura del campo del cliente. Cuando no se dispone de balanza cercana al lote o en los carros tolva, la calibración requiere más tiempo, para esperar que los datos de la pesada lleguen a la cosechadora, a los fines de calibrar el equipo. Esto puede generar una pérdida de capacidad operativa importante.

Las pérdidas de capacidad operativa originadas en el uso de FV derivan de fallas en la logística general (falta de archivo de prescripción al momento de iniciar la aplicación, ausencia de estimación de la cantidad de fertilizante requerida o errores en la misma) y dificultad para coordinar la disponibilidad de fertilizantes líquidos.

Dependiendo del equipo utilizado, puede agregarse la necesidad de trabajar a menor velocidad.

“Varias veces nos han llamado del campo, del fumigador: No mirá esto no te lo puedo hacer porque tengo que ir a una velocidad menor y ...” (Entrevista 6)

Las pérdidas de capacidad operativa en FV son más importantes por lo que, a diferencia de MR, es más común el pago de una tarifa diferencial.⁶³ La tarifa adicional por mapeo de rendimiento, si bien existe, es más heterogénea ya que interviene en la negociación contratista/productor propia de la actividad de cosecha.⁶⁴

Mientras que en el caso de MR el procesamiento de la información es un trabajo posterior a la operatoria de cosecha, en la FV, el procesamiento de la misma es previo. Quien realiza la FV, debe contar con la prescripción en formato electrónico para comenzar el trabajo.

⁶³ Se han informado adicionales desde el 20 al 100 % de aumento en relación a la aplicación a dosis fija.

⁶⁴ La tarifa de la actividad de cosecha siempre está sujeta a negociación ya que está relacionada al rinde que se obtiene de los cultivos, que se conoce en forma ex-post y a la calidad de la operatoria de cosecha (trilla bien hecha en tiempo y forma).

En el caso de la dosis fija, el cálculo de necesidad de fertilizante, una vez definida la dosis, es muy simple (superficie por dosis de fertilizante). En FV, es necesario que quien realice la prescripción indique a los realizadores del trabajo la necesidad estimada de fertilizante. Este cálculo no es posible hacerlo in situ con la precisión necesaria. Este hecho indica la existencia de un paquete tecnológico (Waisbluth, M. et al, 1986), ya que el uso de la innovación implica no sólo la disponibilidad de la innovación incorporada a un equipo, sino también un cambio en las rutinas (disponibilidad de archivo de prescripción y determinación de necesidad de fertilizante a priori), y en los puntos críticos que pueden disminuir la eficiencia operativa de la maquinaria.

5.1.c) Complejidad para utilizar las innovaciones

Es difícil comparar la complejidad de aprendizaje del uso de BS, MR y FV para nuevos usuarios por la multiplicidad de factores que influyen.

A modo general, los entrevistados (usuarios actuales y potenciales, proveedores, etc.) consideran que con las capacidades de recursos humanos (operarios) que se dispone, y con una capacitación adecuada, las innovaciones serían factibles de ser utilizadas sin mayores dificultades. Sin embargo, existen casos aislados en los que los operarios no se adaptan (o se considera que no podrían adaptarse) a las innovaciones.

“Hubo uno solo de los operarios que no se pudo adaptar.”...“Sigue con marcador de espuma ese” (Entrevista 1)

El BS surge como paso posterior a la adopción masiva de computadora de pulverización. De esta forma, el aprendizaje previo determina un incremento de la base de conocimiento y acumulatividad (Malerva y Orsenigo, 1993) y en las capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1989) que facilitan la

adopción de BS. La adopción de BS se incorpora a la misma trayectoria tecnológica (Dosi, 1982) donde se produjo previamente la adopción de la computadora de pulverización.

Las posibles diferencias en la facilidad de interacción usuario/equipo entre innovaciones deben ser observadas en relación con los años desde la aparición en el mercado, especialmente cuando en las dos primeras innovaciones se mencionan mejoras incrementales en los últimos años en ese sentido⁶⁵. Si se repite la trayectoria evolutiva del BS y MR, es probable que la complejidad de uso de los equipos de FV sea mayor durante los primeros años en el mercado.

La relativa baja complejidad en la operación para las tres innovaciones manifestada por los entrevistados al ser consultados no significa que cualquier individuo es capaz, con ciertas instrucciones, de operar este tipo de equipos. Se requieren conocimientos tácitos del tipo *know how*, no codificables, de mayor dificultad para su transmisión (Ernst y Lundvall, 1997), que se alcanzan luego de realizar experiencias prácticas concretas.

En el caso de BS, un entrevistado manifiesta al referirse al relevo de operarios en caso de enfermedad:

“Por supuesto necesitamos una persona que sepa leer y trabajar con el banderillero” ... “si uno le pone dos banderillos va.”⁶⁶ Si le pone un BS y no lo sabe manejar, por ahí no, no” (Entrevista 5)

El aprendizaje formal, codificado, es relativamente simple en el caso del BS:

“... cualquiera lo pueda operar con una capacitación de 5-10-15 minutos. Eso es bastante normal y creo que la mayoría de los equipos un poco se han arrimado a eso” (Entrevista 6)

⁶⁵ Será abordado en el apartado Mejoras Incrementales

⁶⁶ Hace referencia a banderilleros humanos

No obstante lo anterior, es probable que la generación futura de nuevos equipos de AP, genere mayores requerimientos para los operarios, como menciona un proveedor:

“el problema va a empezar a aparecer ahora cuando..., no nos olvidemos que ya hoy el banderillero se está uniendo al monitor de pulverización por ejemplo. Yo creo que ahí la cosa se va a complicar un poco más. El operario va a necesitar estar capacitado porque necesariamente va a tener que manejar tecnología para la cual hoy quizá muchos no estén preparados.” (entrevista 6)

Por otro lado, en el caso de MR distintos entrevistados coinciden:

“por la experiencia que tengo, en el primer año es un éxito si logran el 50 % de los lotes mapeados” (entrevista 9) y otro manifiesta: *“Yo creo que el primer año fue de adaptación, porque había varios problemas...”yo creo que fue más de entrenamiento que de tomar la información para poder utilizarla”* (usuario, entrevista 12)

“Tenemos varios grupos donde: ¡No, no, yo le reconozco un plus por cosecharme con monitor!. Y cuando recibimos los monitores no sirve ninguno, la mitad está el lote sin cosechar, o tiene 1000 kilos todo el lote, o no hay datos.” (prestador de servicios especializado, entrevista 7)

“muchos equipos de esos también, que vos lo ves y no funcionan. No están bien, no los arreglan, tienen una tecnología que no está relacionada con el usuario. El usuario se nota que no está capacitado. Y van funcionando con eso y no andan, no funcionan bien, o tienen que repararlos...” *“No, para mí es de complejidad. No ven qué sentido tiene ponerle un GPS arriba de la máquina. Ellos están conformes con que vos le trillés bien⁶⁷, en término, rápido y le pagués.”* (Productor No adoptante, Entrevista 11)

Esta contradicción entre el tiempo requerido de capacitación para MR (1-2 días incluyendo instalación), la facilidad de operación mencionada por proveedores y adoptantes, y el bajo porcentaje de resultados satisfactorios en la primer campaña, estarían indicando aspectos de la operación de la tecnología que no

⁶⁷ Ndr: se refiere a que se organice la trilla en forma adecuada en el campo, evitando demoras al contratista de cosecha.

son fácilmente codificables y por lo tanto transmisibles en el proceso de capacitación (Ernst y Lundvall, 1997).

Como se mencionó anteriormente, la falta de GPS en los MR imposibilita el registro de información y la posibilidad de procesamiento posterior de la información. La existencia de MR trabajando en condiciones de falta de calibración o sin GPS, implica un claro proceso de *technology push* (Rosenberg, 1974). Es decir, un proceso de generación de innovaciones desde los proveedores, quienes actúan sobre los usuarios fomentando la adopción.⁶⁸ Desde la perspectiva de Pavitt (1984), se trata de sectores dominados tecnológicamente por proveedores, es decir, donde las innovaciones provienen de proveedores en forma mayoritaria.

La complejidad se puede analizar también desde el **requerimiento de información procesada** previo a la operación práctica. En ese sentido existen diferencias en las tres tecnologías.

Mientras que el uso de BS y MR requiere solamente del conocimiento codificado del equipo y su manejo, más el conocimiento tácito (*know how*) adquirido a través de la experiencia; el uso de FV requiere, además de éstos, un trabajo técnico agronómico/informático previo, cuyo desarrollo insume esfuerzos innovativos por parte de los principales beneficiarios de la innovación. Esto evidencia distintas dimensiones del paquete tecnológico (Waisbluth, M. et al, 1986) en las tres innovaciones.

Estos esfuerzos innovativos están referidos a dos aspectos principales: la **ambientación** (ver aparte: La ambientación) y la elaboración del mapa de **prescripción**.

⁶⁸ El proceso alternativo, denominado *demand pull*, implica una necesidad identificada en la demanda, que atrae o fomenta procesos innovativos en los proveedores.

La ambientación. Se entiende por ambientación la identificación y localización geo-referenciada de ambientes homogéneos dentro de un lote, que posibilita operativa y técnicamente el uso de paquetes tecnológicos diferenciados en cada uno.

Generalmente en la ambientación se diferencian 3 o 4 ambientes por lote. Esto se debe, por un lado, a que la exactitud lograda en el conocimiento de las variables clasificatorias de ambientes tiene un grado de aproximación que no permite la identificación de límites precisos. Por otro lado, la tecnología actual permite realizar dosis variable de insumos en diferentes áreas con cierto grado de aproximación a nivel de terreno (depende de cada equipo de FV en particular). Es decir, el cambio de dosis se da en una franja de superficie a nivel de lote (no en un punto), que está asociada al nivel de precisión logrado con la tecnología disponible en la actualidad. Asimismo, los parámetros que normalmente se toman en cuenta para la FV es probable que no varíen en forma brusca entre ambientes clasificados como homogéneos, sino que se presenten situaciones intermedias siguiendo un gradiente.

Al error posicional (corrimiento) en el mapa de prescripción se agrega el error posicional debido al mapa de rendimiento (que generalmente se utiliza como forma de evaluación de tratamientos de FV). En síntesis, la suma de imprecisiones no justifica, con la tecnología actual, trabajar con mayor cantidad de ambientes homogéneos en la mayoría de los casos.⁶⁹

La realización de actividades de ambientación y prescripción requiere del manejo de softwares específicos (Farm Works, SMS, Farm Scan, Field Star, J

⁶⁹ Cabe destacar que existen líneas de investigación relacionadas al análisis de criterios estadística y agrónomicamente sustentados de determinación del número zonas homogéneas óptimas (4 Curso de AP INTA Manfredi 2006. Disertación Pedro Towers)

Office, CASE, CLAAS) o paquetes generales más complejos como los sistemas de información geográficos (Arc View, Erdas, Envi, etc.).

La percepción de complejidad de los softwares disponibles ha implicado, hasta el momento, un obstáculo para la realización de este tipo de actividades dentro de la empresa agropecuaria y/o empresa contratista.

Esto ha llevado a la tercerización de las tareas de procesamiento de información geo-referenciada en una nueva figura denominada en el presente estudio como **prestadores de servicios especializados**.⁷⁰

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, en los anexos 8 y 9 se grafica la interrelación y el flujo de información entre actores para la adopción de las 3 innovaciones.

En el caso de FV, a diferencia de las otras dos innovaciones, se aprecia un vacío de información y una demanda de generación criterios agronómicos de ajuste de los paquetes tecnológicos para cada uno de los ambientes dentro de un lote. De las entrevistas surge:

“Hoy la mayor dificultad es que no sabemos qué pasa por ambiente, no sabemos. Las prescripciones siempre son uniformes, se han ensayado durante millones de años dosis uniformes por lote y cuando vas a prescribir una loma erosionada o un bajo compactado con problemas de salinidad o con B texturales a 1 m, se te queman todos los papeles” (entrevista 7)

“ayer lo planteaba, yo a las lomas qué le hago, las riego?, le pongo fertilizante?, le varío la densidad? La cobertura?, qué tengo que hacer? Lo sectorizo, pero ¿cuál es el tratamiento?” (Entrevista 11)

De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar que existen sectores del paquete tecnológico asociado a FV que tienen que ver con conocimientos del tipo *Know how*, que no están disponibles para los adoptantes (Waissbluth, M. et al, 1986)

⁷⁰ Este tema será analizado posteriormente en mayor profundidad.

Ante la ausencia de criterios adaptados localmente, los innovadores utilizan criterios desarrollados para otras tecnologías, generando una base de experiencias propias, con diverso nivel de estructuración. Esto genera actividades de ensayos que cumplen una importante función en la disminución de incertidumbre y mejoran las condiciones favorables a la adopción para posteriores adoptantes, coincidiendo con Marra et al (2002).

Un elemento que observan algunos adoptantes de tecnologías de MR y FV es la falta de compatibilidad completa de diferentes marcas y sistemas en relación al resto del mercado. Esta falta de estandarización llegó a constituir, en algunos casos, un problema operativo. En los últimos años se observa una mejora en la posibilidad de manejo de información de diferentes formatos (fuentes) con la consolidación de formatos de archivo intermedios (predominio de “.shp”) para la conversión de archivos.

Este problema de interacción de marcas y softwares es propio de quienes procesan la información (prestadores de servicios especializados).

Para bajar la información desde la tarjeta de memoria (inserta en el monitor de rendimiento) a la computadora personal, es necesario el software específico de la empresa proveedora del equipo. Luego se convierte a un formato intermedio (generalmente “shp”), compatible con la mayoría de los softwares. Posteriormente se trabaja con el software en uso cotidiano (que depende de la elección individual de cada caso)

La conversión de archivos no es un problema relevante actual. La bajada de la información a la computadora puede constituir un problema operativo sólo en algunos casos, ya que requiere la disponibilidad de softwares vinculados a cada equipo de los existentes en el mercado.

“compraron la máquina , viene con un monitor nuevo, con un software nuevo y no lo podés leer con ninguno de los otros que tenemos” (Entrevista 6)

Este se considera un problema puntual que será resuelto en el corto plazo.

5.1.d) Facilidad de Experimentación

La experimentación en pequeña escala es factible, por ejemplo, en el caso de innovaciones incorporadas a la semilla, donde es posible realizar la siembra y evaluación del comportamiento de cultivares en pequeña escala, dentro de un sector del lote.

Las tres innovaciones objeto de estudio son incorporadas en equipos que no son divisibles, por lo que no es posible realizar experimentación en pequeña escala. Esta situación, desfavorable al proceso de adopción, es contrarrestada por las características de alta observabilidad.

5.1.e) Observabilidad de las Innovaciones

Las tres innovaciones tienen características similares en cuanto a la facilidad de observación por parte de terceros.

Los adoptantes tempranos actúan disminuyendo la incertidumbre asociada a la innovación y favorecen el proceso de difusión a través de canales interpersonales (Rogers, 1995).

En todos los casos, la adopción de innovaciones se da mayoritariamente a nivel de contratistas, quienes por su actividad ambulante sirven de vehículo de difusión de tecnología.

Posiblemente este aspecto, junto a las ventajas relativas enunciadas anteriormente, haya contribuido a la rápida adopción del BS.

En el caso de MR y FV, más allá de la faz de operación en terreno, se ha reportado algún caso de retiscencia a proporcionar información de tipo *know how* relacionada al manejo de datos, como menciona un entrevistado en relación a un pool de siembra:

“todas las máquinas que vienen trabajan con monitores de rendimiento, pero la información esa no, la manejan ellos” “son grupos cerrados, todo lo que van generando ellos lo manejan ellos”
(entrevista 13)

Este tipo de actitudes empresariales, propias de otras actividades comerciales, no es comúnmente observada en el sector agropecuario regional a nivel de los productores agropecuarios, quienes se han caracterizado por la actitud contraria (predisposición a compartir información).

A nivel de los prestadores de servicios especializados también se observa en casos aislados cierta reticencia a brindar información relacionada al conocimiento de tipo *know how*⁷¹.

Probablemente con la simplificación de los softwares específicos y la masificación de la tecnología, este tipo de actitudes se revierta, al dejar de constituirse en un conocimiento de tipo estratégico.

Se debe tener en cuenta que el nivel de percepción de complejidad del procesamiento de la información geo-referenciada es el puntapié inicial en la conformación de la demanda de servicios especializados.

Las actitudes mencionadas anteriormente intentan aumentar la apropiabilidad (Malerva y Orsenigo, 1993) de algunos sectores del paquete tecnológico (Waisbluth, M. et al, 1986) dificultando el proceso de difusión de innovaciones (Rogers, 1995). Sin embargo, las características de baja apropiabilidad de dichos sectores, producirá seguramente externalidades.

⁷¹ Esta retiscencia, se observa (a modo de ejemplo) en la escueta descripción metodológica observada en informes de trabajos contratados.

5.2) Atributos de los adoptantes y adopción de agricultura de precisión

5.2.a) Categorías de adoptantes y adopción de AP

El BS se encuentra en la etapa de adopción masiva, donde es difícil encontrar equipos autopropulsados que no dispongan de esta tecnología. Al momento del trabajo de campo, los posibles nuevos adoptantes no detectados en el relevamiento pertenecerían a la categoría de *rezagados* (Rogers 1995).

No se dispone de datos cuantitativos del porcentaje de adopción de MR a nivel de la región de estudio, aunque estimaciones derivadas de las entrevistas dan cuenta de un porcentaje de adopción entre el 10-20 % en el Oeste de Bs As. En La Pampa, se estima un porcentaje menor. De acuerdo a lo anterior, estaríamos en la etapa de adopción por parte de los *adoptantes tempranos* (Rogers, 1995) en el oeste de Buenos Aires y de los *innovadores* en La Provincia de La Pampa.

En el caso de FV, la cantidad de adoptantes en La Pampa relevada al momento del estudio indica la existencia de menos de 20 productores⁷² que realizaron o están en proceso concreto de realizar experiencias de FV. Esto indicaría que la categoría innovadores está en proceso de adopción de FV.

En el cuadro 4 se comparan los momentos de adopción de las tres innovaciones en dos zonas de la RSPC de similar aptitud agroecológica.

⁷² El relevamiento del porcentaje de adopción no es un objetivo de la presente tesis. Las estimaciones realizadas tienen la finalidad de situar al lector en el momento de la curva de adopción en que se realiza el presente estudio, ya que esto determina diferencias en el nivel de incertidumbre acerca de las innovaciones. Este aspecto será analizado posteriormente en mayor detalle.

Cuadro 4 : Categorías de adoptantes en proceso de adopción de tres innovaciones de la AP en dos zonas de la RSPC de similar productividad.

Innovación	Porcentaje de adopción	Categoría de adoptantes actual	Año de adopción por Innovadores	
			Oeste de Bs As	Noreste de La Pampa
Banderillero Satelital	Alto	Rezagados	1998	1998
Monitor de Rendimiento	Bajo	Adoptantes tempranos	2002/03	2006
Fertilización Variable	Incipiente	Innovadores	2006	2007

Varios de los entrevistados fueron innovadores o primeros adoptantes (o asesores de éstos) en la incorporación de alguna innovación precedente, que no es objeto de esta tesis. Esto permite pensar que la categorización de adoptantes propuesta por Rogers (1995) sería un carácter relativamente estable.

En relación a la adopción de monitores de rendimiento en el noreste de LP se menciona:

“xx fue siempre precursor de ahí de un montón de tecnologías de punta y bueno, hace dos años tomaron la decisión de hacer esto” (Entrevista 13)

Un asesor manifiesta al ser consultado sobre la razón por la cual algunos de sus asesorados están en proceso de adopción y otros no:

“Es cuestión de disposición inicial en cuanto a adoptarla. Después, una vez que ya la adoptaron unos, por rebote, empieza en el resto. Hay ciertas empresas que están más predispuestas a incorporar tecnología, probarla o ver, para interiorizarse. Una vez que dicen: ¡Esto puede funcionar!, lo adoptan enseguida” (Entrevista N° 2)

En el caso de BS en el oeste de Bs As se manifiesta:

“Ojo, cuando hablo de media a alta no estoy hablando de cantidad de máquinas, estoy hablando de gente muy abierta a lo que es nuevo y a lo que considera necesario.”
(entrevista 6)

5.2.b) Capacidades de absorción y adopción de AP

El nivel educativo es frecuentemente utilizado como indicador de las capacidades de absorción.

La técnica utilizada en la selección de entrevistas (bola de nieve), llevó a una muestra de entrevistados con fuerte sesgo hacia profesionales, mayoritariamente ingenieros agrónomos. Esto podría indicar que el nivel de conocimientos (especialmente de tipo agronómico) predispone favorablemente a la adopción de tecnologías de AP.

El ejercicio repetido de adopción de innovaciones genera aprendizajes con incremento de conocimiento codificable (Ej.: formación en temas técnicos específicos) y tácito (Ej.: identificación de oportunidades de adopción, identificación del momento óptimo de adopción, etc.) a diferentes niveles (gerencial y operativo), que incrementa la base de conocimiento (Cohen y Levinthal, 1989, Malerva y Orsenigo, 1993).

La trayectoria tecnológica previa (Dosi, 1982), supone una acumulatividad (Malerva y Orsenigo, 1993) que influye sobre la predisposición a la adopción.

Un contratista en relación a la adopción de BS menciona:

“Mirá, los muchachos míos hace años que fumigan. O sea que toda esa parte la conocen bien y ellos venían con toda la parte de computadoras previa (...) el tema de la computadora fue lo primero. (...) Para cuando pusimos los banderilleros ya su nivel, digamos de instrucción, o de capacitación, ya era importante.” (Entrevista 1)

En este caso, el contacto de operarios con equipos informáticos (computadora de pulverización) facilita la incorporación de nuevos equipos afines a la mismas

disciplinas como el BS. El uso de BS implica no sólo incorporación de conocimientos codificados acerca del funcionamiento del equipo sino también de conocimientos tácitos:

“... un marcador de espuma no sirve para fumigar si vos no sabés fumigar. Vos no podés pegar la vuelta y pretender usar el marcador de espuma como si fuera el rayero de una sembradora. (...) Vos tenés que pegar la vuelta y apuntarle a algo, o al surco o alguna señal de suelo, algún surco, algún rastro, y el marcador de espuma lo que te sirve es para corregirte (...) Con los banderillos pasa algo por el estilo, si vos vas fumigando y mirando permanentemente las luces a ver si vas bien o no vas bien y corrigiéndote en función de eso, terminás haciendo una cosa ... en zig zag digamos.” (Entrevista 1)

En relación a la tarea de pulverización de sus operarios con BS menciona:

“pegan la vuelta y salen. A qué le apuntan yo no sé, pero salen. Y el banderillo sirve para corregir, eh, pequeñas desviaciones ...” (Entrevista 1)

En forma coincidente, un productor adoptante de BS menciona:

“La cosa para mí por ahí fue un poquito más fácil (...) salíamos a volar y él ponía el GPS que en ese momento no era usual. Era usual en las avionetas pero no era usual que cualquiera ande con sistemas que no había en los autos, ni para los tractores, ni nada de eso, (...). Yo había visto que se podía hacer, entonces le tenía un poco más de fe al tema GPS que alguien que no lo había visto.” (entrevista 5)

El uso de MR y FV responde a una trayectoria tecnológica de los adoptantes (Dosi, 1982). La decisión de adopción implica un manejo agronómico previo eficiente. No se da en una situación de grandes saltos tecnológicos, sino en una situación progresiva de incorporación de tecnología, con sucesivos aprendizajes (Cohen y Levinthal, 1989) .

La adopción salteando los escalones tecnológicos previos no fue observada en la región. Este proceso de adopción pondría en riesgo el aprovechamiento de las ventajas relativas derivadas de las innovaciones.

“una persona que por ahí, no controla insectos, o no reguló la sembradora y siembra desuniforme, bueno, no va a tener un beneficio, no sé, hay que tener cuidado en la prescripción, cuando vos recomendás algo, a quién se lo recomendás y cómo se lo recomendás, qué cosas puede hacer.” (entrevista 10)

“no es para cualquiera, una persona que está trabajando en ese nivel ya las reglas básicas de la agronomía las tiene muy bien resueltas. Que se pueda equivocar es otro tema, las tiene bien resueltas, no hace cultivos feos. La gente que hace Precisión hace cultivos muy lindos, muy lindos, de punta a punta. Ellos pueden hacerlo” (entrevista 10)

“termina siendo siempre el productor de punta, es aquél que ya viene haciendo los deberes muy finito” (entrevista 9)

5.2.c) Factores organizacionales y adopción de AP

Otra característica destacada de los innovadores y primeros adoptantes es su historia de participación activa y/o existencia de vínculos con distintas instituciones. Durante el desarrollo de entrevistas se mencionaron vínculos con INTA⁷³, CREA, Facultad de Agronomía de la UBA y AAPRESID, entre otras.

El nivel de integración a las organizaciones es diverso, desde miembros activos a ex integrantes u observadores externos. No obstante esto, los vínculos se mantienen y acumulan.

5.2.d) Tamaño de la Firma y Adopción de AP

Uno de los aspectos más contundentes en la literatura de difusión de innovaciones es la relación entre el tamaño de la firma y la adopción de

⁷³ En este caso se menciona tanto a la EEA INTA Anguil y sus técnicos como a otras EEAs.

innovaciones, especialmente en innovaciones capital intensivas (Rogers, 1995; Fernández Cornejo et al, 2001) De acuerdo con estos antecedentes, a mayor tamaño de la firma, mayor sería la adopción de tecnología.

Este aspecto fue corroborado en las entrevistas relacionadas con BS.

“hace unos años atrás justificar un costo de cerca de 10 mil dólares para hacer..., para un sistema de guía no era una decisión fácil para una empresa chica.” (Entrevista 6)

Actualmente, las grandes ventajas relativas asociadas a la adopción de BS mencionadas anteriormente y su adopción masiva, hacen que la escala (medida, por ejemplo, por la cantidad de pulverizadoras que dispone la empresa prestadora de servicios) no influya en forma importante en la decisión de adopción.

Un entrevistado menciona que todos los equipos de su localidad (situada en el noreste de LP) tienen BS:

“Así compren una terrestre de 25.000 pesos le ponen BS. Y no comen para ponérselo. Eso es una cosa que es casi primordial” (entrevista 13)

“Bueno, por supuesto bajó al nivel de empresas chicas, empresas de una sola máquina, ya no pueden trabajar si no tienen un sistema de guía” (Entrevista 6)

La distribución de retornos utilizada como base para los modelos probit (Geroski, 2000; Jaffe, 2003) encontraría el umbral (que divide adoptantes de no adoptantes) situado en un extremo de la distribución normal en el caso de BS. De este modo, la disminución del costo de equipos⁷⁴ y la presión de la demanda de servicios de pulverización hacen que la mayoría de los usuarios de pulverizadoras autopropulsadas estén dispuestos a adoptar BS

Un proveedor de equipos menciona que algunos clientes le manifiestan:

⁷⁴ El costo de los BS ha disminuído a poco más de la mitad de su valor de mercado en el año 1998. (expresado en U\$S).

“yo tengo que comprar banderillero porque en tal lugar ya no me dejan entrar. Si no tengo el banderillero en la máquina ya no me dejan entrar.” (Entrevista 6)

“lo que pasa es que ahora, en cosechadoras los más chicos no las tienen⁷⁵. En lo que es pulverizaciones, los chicos lo tienen también BS).”

Cuando se estudia la asociación entre tamaño de la firma y la adopción de innovaciones a nivel de MR y FV sucede algo particular y distinto. En estos casos se confirma una fuerte influencia positiva del incremento del tamaño pero en un actor diferente: el demandante de servicios agropecuarios, es decir, a nivel de productor primario. Cuando se analiza a nivel de contratista (adoptante), que es quien incorpora la innovación en sus equipos, el tamaño (número de empleados, número de equipos, etc.) no muestra una tendencia clara. La relación de los contratistas con grandes productores demandantes de servicios de AP sería más influyente en la adopción que el tamaño mismo de los contratistas (número de máquinas).

Un proveedor de equipos menciona en relación a los adoptantes de MR:

“No, no depende del número de máquinas, por ahí depende mucho sí del cliente que tenga ese contratista”(entrevista 14)

Otro entrevistado menciona en relación a los productores que requieren mapeo de lotes con MR:

“Los primeros en adoptarla son grandes productores que tienen más de 1000 ha.” (entrevista 9)

“Lo que pasa es que los grandes grupos están pidiéndolo”...” yo creo que los grandes grupos están, ..., metiéndose en agricultura por ambiente” (entrevista 12)

Un proveedor de servicios especializados menciona al ser consultado sobre los clientes que solicitan el servicio de mapeo y/o ambientación:

⁷⁵ Se refiere a Monitor de Rendimiento

“Y son productores grandes. Tenés grandes y tecnificados bastante. Generalmente, de los clientes de nosotros, el 70 % son grupos CREA, por lo menos (...) son ese tipo de productores o pooles de siembra, hasta ahora..” (Entrevista 7)

5.2.e) Edad y Adopción de AP

Rogers (1995) menciona que *“228 estudios sobre este aspecto muestran que no hay relación, unos pocos muestran que los adoptantes tempranos son más jóvenes y algunos indican que ellos son más viejos”*

La edad del adoptante no es un aspecto abordado en la mayor parte de las entrevistas, pero es mencionada por más de un entrevistado como influyente en la adopción.

“Son gente joven, tecnificada, lo están haciendo casi todos por curiosidad. Tienen el concepto de que eso funciona. Los grandes⁷⁶ también tienen el concepto que funciona pero por ahí son más reticentes a innovar” (entrevista 10)

Nuevos estudios en profundidad serían necesarios para clarificar este punto.

5.2.f) Actor que se constituye en principal adoptante de AP

El contratista de maquinaria agrícola es el actor predominante en la adopción de las innovaciones estudiadas. Este hecho es determinado en parte por el predominio de este actor en las labores de cosecha y pulverización, descrito en el capítulo 4.

Como se mencionó anteriormente, la actividad ambulante de este actor aumenta la posibilidad de contacto de los adoptantes de la categoría

⁷⁶ Se refiere a personas de mayor edad.

innovadores (Rogers, 1995) con el resto de las categorías que adoptan posteriormente, favoreciendo el proceso de difusión.

En cuanto a BS se menciona:

“Los primeros que adoptaron fueron contratistas. Contratistas tanto aéreos como terrestres”
(Entrevista 6)

La operación de cosecha es donde más importancia relativa posee el contratista en relación al total de máquinas existentes.

La FV también ha sido adoptada hasta el momento, principalmente a nivel de contratistas (especialmente en pulverizadoras). Esto puede observarse desde la cantidad de equipos vendidos en la Argentina (Bragachini 2006) presentada anteriormente, donde predomina la FV en pulverizadoras y desde la consulta realizada a informantes calificados en la región de estudio, donde en todas las experiencias informadas hasta el momento, los equipos utilizados fueron casi exclusivamente pulverizadoras contratadas⁷⁷. En relación a la FV, un proveedor de servicios especializados menciona:

“Hoy por hoy son contratadas. Todavía no he visto fertilizadoras propias del productor”
(Entrevista 9)

5.2.g) Actitud hacia las nuevas tecnologías (ensayos de prueba)

Los ensayos de prueba son experiencias orientadas a generar información de adaptación local de nuevas tecnologías. Este tipo de actividades han sido identificados como actividades realizadas frecuentemente, muchas veces en forma rutinaria, por la mayoría de los innovadores y adoptantes tempranos. Esto evidenciaría un rol relevante de los ensayos y el aprendizaje asociado a

⁷⁷ Fue identificada solamente una empresa que realiza FV con fertilizantes sólidos.

los mismos en la disminución de la incertidumbre, coincidiendo con Marra et al (2002)

Las actividades relacionadas a ensayos intra-EAPs, implican generalmente un convencimiento de la importancia de la adopción de nuevas tecnologías por parte de los encargados del diseño y ejecución de los mismos.

En relación a las actividades de ensayos, un entrevistado menciona:

“nosotros trabajamos mucho con ensayos, muestras, para que se genere una cierta confianza con el asesorado”... “hay que informarse muy bien, generar información zonal, todo lo que haga falta para implementar una tecnología nueva, para darle seguridad al que va a invertir en eso.”
(Entrevista 2)

5.3) Atributos del ambiente

5.3.a) Situación económica general y adopción de AP

El contexto económico influye sobre el desarrollo del proceso de adopción en forma importante, especialmente en países con grandes oscilaciones como la Argentina.

Un proveedor de equipos menciona:

“nosotros hemos tenido los años pesados de 2000/2001 en donde aún con una tremenda crisis había venta, no eran importantes pero había. Por supuesto, ni hablar de 2002/2003, una explosión” (Entrevista 6)

Lo mencionado por este proveedor de equipos de AP coincide con la evolución de ventas de maquinaria agrícola expresada por Bragachini e INDEC (Cap. 4)

En relación a la FV, el asesor de un innovador⁷⁸ menciona:

⁷⁸ Innovador: Entendido como miembro de esta categoría de adoptantes propuesta por Rogers (1995).

“Anduvo muy bien, después lo abandoné, me agarraron, tengo dos años, tres años voy a tener de sequía” ... “Todas estas cosas nuevas digamos que uno tiene una inversión que hacer hasta que le tomás la mano (Entrevista 10)

La posición económica de la empresa adoptante es considerada como buena a muy buena para la mayoría de los casos, aunque existen excepciones.

“Y bueno, en general son empresas que están bien económicamente.” (Entrevista 10)

Los resultados coinciden con Rogers (1995) quien menciona una mayor predisposición a la adopción por parte de empresas que poseen mayores recursos que les permitan sobrellevar posibles resultados insatisfactorios de la adopción de innovaciones.

5.3.b) Incertidumbre y mejoras incrementales en la adopción de AP

El momento respecto de la curva de adopción de innovaciones presentada en la Fig. 11 (Capítulo 2) tiene importancia para los adoptantes, ya que a medida que la innovación se difunde, muchos aspectos en situación de incertidumbre son minimizados (Geroski, 2000; Rogers, 1995; Marra et al. 2002)

Rogers (1995) menciona que los adoptantes tempranos, quienes requieren de menores estímulos para la adopción, actúan disminuyendo la incertidumbre asociada a la innovación y establecen relaciones interpersonales con adoptantes posteriores, facilitando la difusión.

Una alta tasa de mejora de las innovaciones indicaría una situación de mayor incertidumbre, ya que los equipos tienden a ser tecnológicamente obsoletos en corto tiempo, estimulando a los adoptantes potenciales a esperar antes de adoptar.

Los banderilleros satelitales y los monitores de rendimiento no han presentado innovaciones radicales en los últimos años. En ambos casos los principales

cambios han constituido mejoras incrementales tendientes a mejorar la interacción del equipo con el usuario sumando a la vez algunas funciones. A modo de ejemplo, para los BS se menciona la mejora incremental del Surco Virtual (Ver Anexo 7), menor número de botones y mayor simplicidad de operación:

“yo creo que fue muy importante lo del surco virtual” (Entrevista 1)

“No, en los primeros era complicado. Estos que vienen ahora son muy sencillos, tienen dos o tres teclas, cada vez tienen menos teclas, con una tiene distintas funciones pero prácticamente no, cada vez vienen más sencillos.” (entrevista 10)

En monitores de rendimiento se menciona el aumento de simplicidad, aumento de funciones y equiparación del número de sensores (de rendimiento, de humedad y de velocidad) entre marcas líderes del mercado y seguidores⁷⁹.

En lo concerniente a FV líquida, las mejoras en los últimos años han sido de magnitud, pasando de sistemas que requerían la incorporación de una computadora adicional (generalmente *palm*⁸⁰) a la integración en la computadora de pulverización de la máquina. La evolución se encamina hacia la unificación del sistema en una sola computadora que realiza la dosificación estándar y permite asimismo la aplicación variable y mapeo de aplicación.

“nosotros quedamos atrasados con las computadoras que traían las fumigadoras, como son 2001, 2003 y 2004. No estaban saliendo en ese momento, todo unificado, un aparato donde metés la tarjeta y te varía la dosis” (entrevistado 3)

Como se observa en el ejemplo anterior, la sola condición de ser el primero no es suficiente para obtener beneficios de las innovaciones. Nótese que la antigüedad del equipo de FV que se menciona en la entrevista posee al

⁷⁹ Recientemente se ha producido una mejora incremental con el cambio en el sensor de rendimiento realizado por una empresa proveedora de equipos sin contar con referencias a campo de sus ventajas en relación a la tecnología que sustituye.

⁸⁰ Palm: computadora de mano

momento de realización de la misma: 3 años de antigüedad (en una innovación que hoy se encuentra en etapa de adopción por *innovadores*). Esta situación coincide con Rogers (1995), quien manifiesta que los innovadores realizan la adopción en etapas tempranas del desarrollo de tecnología y no siempre obtienen beneficios de la innovación, y destaca el papel fundamental de esta categoría de adoptantes en la introducción de nuevas tecnologías en el sistema social.

5.3.c) Limitantes del uso de fertilizantes líquidos que afectan la adopción de FV líquida

Independientemente del tipo de aplicación (a dosis fija o variable), la fertilización líquida tiene dos factores adversos que limitan la aceptación por parte de quienes disponen de pulverizadoras: la logística de distribución y las características corrosivas de los fertilizantes.

La logística de los fertilizantes líquidos varía entre diferentes zonas de la región de estudio en relación con la cantidad de empresas proveedoras de fertilizante, y la historia y volumen de uso. En algunas zonas, como el oeste de Bs As, la logística ha mejorado lo suficiente como para no constituirse en una causa importante de pérdida de capacidad operativa de las máquinas aplicadoras.⁸¹

El entrevistado 4 menciona en relación a la fertilización líquida:

“Acá se adoptó muchísimo. Hay empresas que hoy están prestando un servicio muy bueno de logística donde vos tenés tu tanque en el campo ...” (Entrevista 4)

En otras zonas, como el sureste de La Pampa, la logística del fertilizante se continúa viendo como una limitante importante a la adopción de FV:

⁸¹ Cabe destacar que la época de fertilización variable en los cultivos generalmente coincide con la aplicación de herbicidas e insecticidas, es decir, se da durante el pico de trabajo de este tipo de maquinaria.

“Pero acá se hace muy poco UAN, muy poquito fertilizante líquido y entonces toda la operatoria es complicada, tenés que esperar que venga el camión..., y te atrasa mucho para seguir haciendo otros trabajos. Entonces yo no quiero entrar en eso (...) me parece que es meterse todo en un lío hasta que no esté más difundida esa tecnología” (entrevistado 10)

Las propiedades corrosivas de los fertilizantes líquidos se manifiestan claramente como limitantes de uso:

“Muchos al fertilizante líquido le escapan porque les corroe todo, les complica mucho. Además la logística del líquido les complica, les hace perder mucho tiempo, entonces no les es muy atractivo trabajar.” (Entrevista 12)

“Nosotros, en los equipos, hemos decidido no hacer UAN (...) porque consideramos que se estropean mucho los equipos” (entrevistado 10)

La competencia dentro del sector de contratistas está en aumento de la mano del incremento de la densidad de equipos disponibles. Es probable que en situación de incremento de competencia, aumente el número de contratistas dispuestos a realizar fertilización líquida.

La FV líquida posee una limitante adicional. La modificación del caudal de aplicación no permite grandes variaciones a causa de que la principal variable que se regula para modificar la dosis en los equipos disponibles es la presión. Esto trae como limitante un rango de presión máximo y mínimo dado por el diseño de la pulverizadora. Recientemente se han lanzado al mercado equipos que portan picos múltiples, lo que permite salvar este inconveniente. Al momento de culminación del presente trabajo no existen indicios de equipos de estas características trabajando en la región.

“Líquidos es muy complicado variar dosis. Nosotros lo que hemos visto, es muy complicado salvo que vos digas varío 30 kg. de UAN⁸², 40 kg de UAN, lo podés manejar, pero realmente cuando vos tenés un ambiente que van 100 litros de UAN y otro que podés irte hasta 250 litros de UAN, eso con líquido no lo podés hacer” (Entrevista 7)

⁸² UAN: fertilizante líquido nitrogenado.

“la de líquidos todavía no está bien calibrada. Tiene problemas con el tipo de maquinaria, con las válvulas. En cambio las sólidas en el caso de la empresa que yo trabajo no tienen mucho problema” (Entrevista 9) “la sólida es más fácil que la líquida.”(Entrevista 7)

Más allá de los factores adversos mencionados, la mayor adopción de FV en la región se da a nivel de fertilizantes líquidos.

5.3.d) Existencia de promotores de innovaciones

La influencia de grupos humanos que realizan esfuerzos innovativos provoca externalidades sobre el entorno siguiendo las redes de relaciones existentes. Por esta razón es de importancia conocer los referentes en diversos aspectos de la AP.

Los principales **referentes** a nivel nacional en temas relacionados a la aplicación práctica de la AP identificados al momento de la realización del trabajo son mencionados en el Cuadro 5.

Cabe destacar que el equipo de cultivos de la Facultad de Agronomía (UBA) es referente en su especialidad desde hace tiempo. Su relativa reciente incorporación de líneas de trabajo en AP se suma a mecanismos de ejecución de investigación y experimentación adaptativa muy ajustados en vinculación con organizaciones de productores, que podrían potenciar su influencia sobre el sector agropecuario en temas relacionados a la AP.

Por otro lado, los criterios de manejo de cultivos por ambiente, identificados como uno de los aspectos limitantes para la elaboración de prescripciones de FV, constituyen una fortaleza de la Cátedra de Cultivos (UBA)

Las **empresas proveedoras** de equipos son importantes referentes en aspectos relacionados a la AP. En este sentido se observan diferencias entre empresas en relación a los productos que proveen y su mercado.

Cuadro 5: Principales referentes en AP

Referente	Grupo	Comienzo de líneas de trabajo en AP	Localización	Influencia principal	Influencia en el área de estudio
INTA Manfredi Proyecto AP	Bragachini, Méndez y otros	1996	Manfredi, Córdoba	Todo el país	Toda
CREA Henderson-Daireaux	Grupo CREA	2003	Henderson, Provincia de Bs As	- CREA - Zona oeste de Bs As	Oeste de Bs As.
Facultad de Agronomía de la UBA	Cátedra de Cultivos (Satorre E. y otros)	2003	Ciudad de Bs As	CREA, AAPRESID, grandes pooles de siembra.	Oeste de Bs As y en menor medida en LP.
INTA Castelar Instituto de Ingeniería Rural	Hilbert y otros	2001	Castelar Bs As	Idem UBA	Ejerce influencia por acciones conjuntas con el equipo de la UBA
INTA Paraná	Melchiori R.*	2000	Paraná, Entre Ríos	Todo el país	Oeste de Buenos Aires
Proveedores	D&E Sylcomp CLAAS John Deere CASE AGCO A. Cuffia DiRocco/SIID ARAG	Variable	Mayoritaria-mente Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe	Todo el País	Toda el área**

Obs.:

* Este referente se destaca en sensores aplicados a fertilización variable

** En relación a la importancia de los proveedores como agentes de cambio se observan importantes variaciones entre empresas en la RSPC.

En Banderilleros Satelitales se observa una marcada influencia de una empresa pyme en La Pampa y oeste de Buenos Aires, más contundente si se

tienen en cuenta los primeros equipos adoptados en la región. Actualmente existen varias empresas presentes en el mercado local.

En MR y FV se observa un predominio de representantes de equipos desarrollados en el exterior (Ej.: D&E). En FV se observa una creciente inserción⁸³ en la RSPC de empresas de origen nacional con desarrollos innovadores (equipos para aplicación de dosis variable de insumos en sembradoras, controladores de siembra, etc.)

La provincia de La Pampa no cuenta en sus instituciones de ciencia y técnica nacionales y/o provinciales con técnicos referentes locales en aplicación de tecnologías de AP. No obstante lo anterior, se dispone de recursos humanos formados en procesamiento de imágenes satelitales a través de sistemas de información geográficos. Un adoptante menciona en relación a esto:

“No tengo demasiado contacto con Manfredi⁸⁴, o sea, sino estaría mucho más, ...” “no tenemos una persona acá.” (entrevista 13)

En el oeste de provincia de Bs. As., se observa en la zona de Trenque Lauquen la mayor adopción relativa de innovaciones de la AP de la región de estudio.

Coincidentemente, esta zona es sede de la pyme proveedora de BS mencionada anteriormente, la cual cuenta con 20 años de trayectoria, y con el desarrollo de los primeros banderilleros satelitales autónomos⁸⁵ entre sus logros más importantes.

La zona geográfica donde se sitúa esta empresa presenta no sólo diferencias temporales en la iniciación de la adopción de tecnologías de AP en relación a

⁸³ Evaluada por mayor número de: reuniones de difusión de productos, stands presentes en exposiciones, representantes locales y recursos humanos dedicados a la venta/service a nivel local.

⁸⁴ Se refiere al INTA Manfredi mencionado como referente nacional en Agricultura de Precisión.

⁸⁵ Hasta el lanzamiento de estos productos, los banderilleros satelitales del mercado requerían el pago de un canon por el uso del sistema de corrección externo. El desarrollo de este tipo de banderilleros significó un abaratamiento sustancial del costo de adopción de BS y un cambio en la estructura del mercado que pasó orientarse desde la venta de señal correctora a la orientación hacia las prestaciones propias de los equipos.

zonas de similar productividad de La Pampa, sino también una mayor densidad de servicios relacionados (mayor disponibilidad de prestadores de servicios de pulverización con FV y de prestadores de servicios especializados⁸⁶).

Otro foco de desarrollo y/o adaptación de tecnología que ejerce influencia regional es el **grupo CREA Henderson-Daireaux**. Este grupo no sólo cuenta con la más antigua experiencia a nivel local sino que también, a través de sus vinculaciones institucionales genera externalidades hacia otros CREA cercanos y productores agropecuarios de la zona.

Un proveedor de equipos menciona en relación a sus actividades de difusión *“...el oeste de provincia de Buenos Aires básicamente es donde ahí hay más influencia con el tema de los grupos CREA...”* (entrevista 14)

La historia de trabajos conjuntos entre el grupo de investigadores de la cátedra de Cultivos de la UBA con el movimiento CREA en general y con el grupo Henderson-Daireaux en particular, estimula las acciones tendientes a desarrollar/adaptar tecnologías de AP provocando sinergias.

Poniendo atención a la perspectiva triangular de Sábato y Botana (1968), faltaría solamente el tercer actor⁸⁷ (el gobierno) para cerrar el triángulo virtuoso (gobierno/infraestructura científico-tecnológica/estructura productiva)⁸⁸.

Como se mencionó anteriormente, es común observar diferencias en las trayectorias tecnológicas asociadas a las condiciones agroecológicas. Cuando mejores son las condiciones agroecológicas mayor es la adopción de tecnología evaluada tanto por la antigüedad de uso de las técnicas utilizadas como por la tasa de adopción de nuevas tecnologías. Este aspecto permitiría

⁸⁶ Prestadores de Servicios Especializados: servicios de procesamiento de mapeo de lotes, ambientación y realización de prescripciones para FV.

⁸⁷ No se ha observado relación de estos actores con el estado.

⁸⁸ El proyecto DEMAACO mencionado anteriormente contiene en su formulación, los 3 vértices mencionados.

explicar diferencias entre la zona con tosca y la zona medanosa sin tosca del noreste de la La Pampa (Fig. 5), pero no permite explicar las diferencias entre ésta última y la zona oeste de Bs. As.

Los dos núcleos de influencia mencionados (proveedores y grupo CREA Henderson-Daireaux) podrían explicar, al menos parcialmente, las diferente evolución tecnológica de ambas zonas (noreste de LP y oeste de Bs. As.).

En forma coincidente con este análisis, el censo 2002 indica que en el partido de Trenque Lauquen el 9,5 % de las EAPs utilizaban AP (BS predominantemente), lo que constituye el valor porcentual más alto del total de partidos/departamentos⁸⁹ de la región de estudio (fig. 16)

La variabilidad de la productividad intra-lote es otro aspecto que podría explicar estas diferencias de adopción entre zonas, ya que determina los beneficios de la aplicación de tecnología de MR y FV.

No se dispone en la actualidad de suficiente información de campo para analizar este último aspecto.

B) Segunda Parte

5.4) Principales motivaciones en relación al momento de adopción

Las motivaciones que disparan el proceso de adopción en los entrevistados son variables, pero es posible clasificarlas de acuerdo al momento de la curva de difusión (Fig. 11) y a las categorías de adoptantes en proceso de adopción en dos etapas:

- Etapa temprana: cuando la incertidumbre es alta y la tecnología es adoptada por los innovadores y adoptantes tempranos.

⁸⁹ La Pampa y Córdoba se dividen en departamentos y Buenos Aires en partidos.

- Etapa tardía: cuando la tecnología ya se encuentra en aplicación en la región y es adoptada por las mayorías temprana, tardía y rezagados.

A continuación se enumeran las principales encontradas en el presente trabajo, lo que no implica que estén representadas todas las motivaciones que se presentan en la región.

5.4.a) Etapa temprana

En esta etapa la demanda actual del mercado parece no jugar un rol importante. Sólo en algunos casos, la demanda potencial es tomada en cuenta en forma relevante (por los innovadores) al momento de decisión de adopción. Las principales motivaciones observadas en este momento inicial provienen de:

I) Trayectoria tecnológica individual de la empresa:

La trayectoria tecnológica individual (Dosi, 1982) predispone a la adopción.

“Yo fui el primero, hace 23 o 24 años que estamos en esto, y fui efectivamente el primero en poner computadora y cuando vino este con el tema de los banderilleros me pareció que era el siguiente paso que tenía que dar.” (Entrevista 1)

II) Estar preparado para adopción de otras innovaciones

Como se mencionó anteriormente, la adopción de tecnologías de AP para aplicación de insumos variable requiere un procesamiento de información previo. Concientes de este aspecto, algunos adoptantes, basan su decisión de adopción de MR en la necesidad de estar preparados al momento de decidir la adopción de la tecnología siguiente (aplicación variable de insumos).

Un proveedor de equipos menciona:

“Si no tenés suficiente información para cruzar entre imágenes aéreas o satelitales contra lo que es sensor de rendimiento, es como que no tenemos la materia prima básica para hacer la torta de la agricultura de precisión, no tenemos ni la harina ni el agua.”(entrevista 6)

Mientras tanto, un adoptante de MR menciona:

“yo estoy convencido que hagamos o no hagamos una siembra variable hoy es fundamental recopilar información y por eso tenemos la estación meteorológica y todo lo demás porque lo que necesitamos es información. El día que tengamos todo, puede ser que en un año tengamos toda la tecnología, y todas las herramientas y todo, pero vamos a tener poca información. Así que lo importante es, estamos invirtiendo en obtener información...”
(entrevista 5)

En ese último caso, se decidió la adopción de MR pero se espera para la adopción de innovaciones que permitan aplicar dosis variable de insumos (VRT⁹⁰).

Esta espera implica la generación de información de base para la futura adopción de VRT, y por otro, la capacitación de recursos humanos (asesor) para aprovechar mejor las ventajas de la AP, como menciona en otro momento:

“estamos también abriendo una línea de trabajo en este sentido, capacitación del asesor específicamente, para que esté capacitado para aprovechar la tecnología” (entrevista 5)

La capacitación de recursos humanos implica un esfuerzo de la empresa con la finalidad de incrementar sus capacidades de absorción.

En este caso, se evidencia que los desarrollos tecnológicos esperados tienen que ver no sólo con la disponibilidad de una innovación de tipo incorporada aislada, sino con un paquete tecnológico completo (Waissbluth, M. et al, 1986).

⁹⁰ VRT: dosis variable de insumos. Abreviación del inglés Variable Rate Technology. Incluye los equipos que permiten variar fertilizante, semilla, agroquímicos, etc.

La espera de las condiciones más propicias para la adopción fue manifestada por varios entrevistados.

“hay muchos que se largan a la pileta sin agua. Yo digo que faltan jugadores en la cancha para que se haga el partido.” (Entrevista 6)

III) Estimación de crecimiento del mercado:

El entrevistado 3, al momento de adopción de FV recuerda que pensaba:

“Capaz que en el primer año consiguiendo clientes que le interese el mapeo ya le decís \$2 más y listo.” (entrevista 3)

Sin embargo, el mismo adoptante menciona:

“Después en la práctica, todo quedó en análisis, no teníamos los clientes realmente haciendo eso” ... “no tenemos demanda de eso hoy” “Hoy no tengo gente que me llame para decir: ¡No, no, vení y haceme una FV que yo tengo el mapa..., o mapeame y después! No lo tengo”

IV) Diferenciación del servicio:

La principal ventaja relativa capaz de ser apropiada por el contratista de MR y FV consiste en la diferenciación de su servicio:

“se hizo buscando siempre tener un servicio mejor y diferencial con el 80 % del mercado de máquinas de la zona” (MR). (Entrevista 3)

“... por su capacidad de reconocer a las nuevas tecnologías como su forma de hacer marketing. Lo ha hecho con el equipo nuestro como lo ha hecho con otras tecnologías que ha incorporado en su máquina.” (Entrevista 6)

V) *Technology Push* de los proveedores.

Utterback y Abenarthy (1975) mencionan diferentes etapas en el desarrollo de productos desde la visión de las empresas proveedoras de innovaciones. En una primera etapa, las empresas que desarrollan innovaciones compiten a

través de las prestaciones de los productos maximizando su performance. En una segunda etapa compiten a través de estrategias de diferenciación focalizando el esfuerzo en maximizar las ventas. En la tercera etapa lo hacen a través de la reducción de costos de producción de las innovaciones.

El BS se encuentra en la tercera etapa:

“... para nuestra sorpresa apareció el productor. Los últimos dos años, con una muy baja incidencia el año pasado y con una incidencia bastante fuerte este año. Hay productores que han comprado su propio banderillero para su propio trabajo. Por supuesto que un poco ayudados por la baja de precios de los equipos ...”

En el caso del MR predomina la etapa segunda, donde, como se mencionó anteriormente, las diferencias en las prestaciones de los equipos tienden a homogeneizarse sin mejoras incrementales de importancia. La placa de impacto se ha difundido como sensor de rendimiento estandarizado en la mayoría de los equipos, aunque existen sistemas alternativos aún no evaluados a nivel regional que podrían erosionar su predominio.

La FV se encuentra claramente en la etapa primera, ya que presenta diversidad de equipamientos (con sistemas hidráulicos, electrónicos, mecánicos y combinaciones de éstos; aplicados en pulverizadoras, sembradoras y en menor medida en fertilizadoras) sin estándares definidos y con numerosas empresas presentes en el mercado (muchas de ellas pymes).

Un adoptante de MR y FV menciona

“veníamos con la idea de hacerlo de hace rato. Después al equipo lo fuimos viendo en estas muestras dinámicas y eso. Las empresas electrónicas, que venden equipos electrónicos, lo fueron proponiendo”...“ahora ya hay mucha presión de los vendedores, que ofrecen los equipos.” (Entrevista 2)

Se debe tener en cuenta que la estrategia ofensiva de las empresas proveedoras de equipos, que sería esperable en la segunda etapa, responde comúnmente a un paquete de productos que pueden encontrarse en diferentes etapas.

En la etapa temprana de difusión de equipos de AP se observa un predominio de procesos del tipo *technology push* (Rosenberg, 1974)

VI) Otras

La adopción de innovaciones es un proceso social, es decir, donde intervienen personas. Esto hace que más allá de las motivaciones de tipo económico o productivas se detecten aspectos de tipo sentimental (Ej.: relaciones de amistad) que también intervienen en la decisión de adopción. Las limitaciones de diseño del presente estudio no permiten profundizar este aspecto que, sin embargo, ha sido identificado en las entrevistas.

5.4.b) Etapa Tardía

En la segunda etapa se ha identificado una motivación predominante.

I) Presión de la demanda de servicios (clientes)

En la segunda etapa la presión de la demanda se presenta como un aspecto muy fuerte en la decisión de adopción:

En la adopción de MR varios entrevistados coinciden:

"hay lugares donde no entrás más. En las grandes estancias, por ejemplo no entrás más."... "si tenés monitor es más fácil conseguir el trabajo" (Entrevista 1)

"Hay gente interesada y nosotros recibimos pedidos de clientes" (entrevista 3)

“en la adopción de tecnología al que más le cuesta financieramente recuperarla es a aquél que llega último. Es toda una característica de esta época. Aquél que llega último llega presionado por la realidad” (entrevista 6)

“demandas de mapeo sí hay, hay mucho más que de FV” (Entrevista 3)

La FV se encuentra en la etapa previa, con una situación distinta como expresa el entrevistado 1:

“Nosotros, en fumigación, estamos esperando la exigencia de la aplicación variable, esa tecnología ya está disponible, todavía no la puse porque no tengo la demanda” (Entrevista 1)

CONCLUSIONES

La presente tesis se propuso analizar los procesos de difusión de tres innovaciones de la AP en la RSPC, identificar los factores que favorecen y retrasan cada uno de los respectivos procesos, y generar evidencia empírica que sirva de base para la elaboración de estrategias de intervención.

A la luz de los resultados obtenidos, se pueden esgrimir algunas conclusiones.

Algunos atributos de las innovaciones son similares para BS, MR y FV, como la compatibilidad con la rutina de trabajo actual, la facilidad de experimentación y la facilidad de observación por parte de terceros.

El uso de BS requiere de conocimiento tácito y codificado acerca de la operación práctica de la innovación. A diferencia del BS, el uso de MR requiere además un procesamiento de información posterior. La FV requiere un análisis de datos previo y más intensivo, por cuanto no sólo intenta conocer la variabilidad presente en el campo (como sucede en MR) sino que intenta manejarla. Para esto, requiere la integración de toda la información previa en un soporte que permita su análisis, el desarrollo de criterios de manejo apropiado y un sistema posterior de evaluación de resultados.

Las fuentes de información para realizar la ambientación y prescripción en FV son principalmente los mapas de rendimiento e imágenes satelitales, por lo que la mayoría de los productores que solicitan servicios de FV, han trabajado con datos de MR.

La adopción de MR se considera un paso previo, y de menor complejidad, a la adopción de la FV.

Las diferencias en complejidad entre las innovaciones implican distintas necesidades de recursos humanos capacitados, especialmente en el procesamiento de información geo-referenciada y en la interpretación agronómica. Esta mayor complejidad ha generado la conformación de un nuevo actor intermediario denominado prestador de servicios especializados. Este actor realiza actividades asociadas al manejo de información geo-referenciada (confección de mapas de rendimiento, determinación de ambientes homogéneos, etc.) y cuenta con habilidades distintivas de procesamiento de información a través de sistemas de información geográficos. La tendencia a la intermediación se podría consolidar fortaleciendo la figura del prestador de servicios especializados, ó bien revertirse.

En este último caso, se requiere el desarrollo futuro de softwares que sean suficientemente sencillos como para ser utilizados por los productores agropecuarios, sus asesores y/o prestadores de servicios agropecuarios (contratistas).⁹¹

En la adopción de BS, los costos y principales beneficios de la adopción recaen en la misma figura del adoptante (el contratista), generando un rápido proceso de difusión. Este proceso se explica principalmente a partir de su importante ventaja relativa y observabilidad.

En los procesos de difusión de MR y FV, las ventajas asociadas al uso de la nueva tecnología son apropiadas en mayor grado por el productor agropecuario (cliente del adoptante) mientras que la adopción se produce a nivel del contratista (adoptante). Esta situación particular genera un ambiente propicio para la generación de innovaciones financieras involucrando ambos actores,

⁹¹ Los softwares específicos, están evolucionando en ese sentido. El nivel de complejidad en las últimas versiones ha disminuído. Inclusive existen algunos equipos que proveen mapas en tiempo real.

identificadas en la adopción de MR en la RSPC. De esta forma se salvan las diferencias de intereses asociadas a la adopción. En el caso de FV, las diferencias de intereses entre actores se soslayan a través de un costo adicional del servicio, identificado en los primeros adoptantes de la RSPC.

El presente estudio confirma la influencia de algunos atributos propuestos por Rogers (1995) en relación a características de los adoptantes, de la innovación y del ambiente sobre el proceso de adopción de innovaciones de AP en la RSPC.

La existencia de promotores de innovaciones (líderes de opinión y agentes de cambio) permite explicar la diferente evolución en las trayectorias tecnológicas entre zonas de similar productividad dentro de la misma RSPC.

La metodología utilizada permite una mirada desde diversos ángulos a un mismo proceso social, como es la difusión de 3 innovaciones de la AP. El análisis de conjunto permite esgrimir algunas consideraciones acerca del papel de las instituciones de ciencia y técnica en la región:

1) Los principales beneficiarios de la AP serán quienes se encuentren mejor informados acerca de las nuevas tecnologías y dispongan de mayores capacidades de absorción. En las innovaciones estudiadas estas condiciones se encuentran en grandes productores, pooles de siembra, y contratistas⁹².

Esto determina la necesidad de desarrollar actividades de generación de información, transferencia de tecnología y/o investigación-acción que hagan extensiva la posibilidad de adopción hacia productores pequeños y medianos, y

⁹² En este actor la magnitud de los beneficios depende de qué innovación se analiza.

hacia contratistas con atributos desfavorables a la adopción, ampliando el universo de los beneficiarios de las innovaciones de la AP y contribuyendo a la equidad social en la adopción de innovaciones.

2) La especificidad de las características locales demanda esfuerzos innovativos de carácter endógeno/regional.

La posibilidad de manejo diferencial de ambientes con distinto potencial genera un ajuste de las recomendaciones agronómicas a situaciones extremas (ambientes de bajo potencial y de alto potencial) constituyendo una demanda concreta del sector de adoptantes hacia las instituciones de ciencia y técnica de la RSPC.

En atención a esta demanda, se propone implementar y fortalecer líneas de trabajo formales en instituciones de ciencia y técnica, a nivel regional, en relación a la aplicación de la AP. El estudio identifica al grupo de suelos de INTA Anguil y grupos CREA asociados a la Facultad de Agronomía de la UBA como los actores que actualmente realizan algún desarrollo de criterios agronómicos relacionados a la AP, a nivel de sistema de ciencia y técnica.⁹³

Los adoptantes individuales de MR y FV se encuentran haciendo esfuerzos en el mismo sentido.

La carencia de referentes locales en AP a nivel del sistema de ciencia y técnica determina la necesidad de mejorar los canales de comunicación entre los grupos referentes nacionales y los extensionistas, de manera que cuenten con los elementos necesarios para analizar y proponer cambios tecnológicos beneficiosos.

⁹³ Recursos humanos de la Facultad de Ingeniería de la UNLPam están en proceso de inicio de alguna actividad en este sentido.

3) Numerosos autores mencionan que en las últimas décadas se ha producido un cambio en el papel casi exclusivo del INTA como generador y difusor de innovaciones en el ámbito agropecuario, con una mayor diversificación de actores y un constante incremento de importancia de los proveedores como nueva fuente de innovaciones. El presente trabajo corrobora el rol de los proveedores como uno de los actores centrales del proceso de innovación.

Por otro lado, no fueron identificadas vinculaciones entre el gobierno, las instituciones de ciencia y técnica y la estructura productiva de carácter regional, en relación a la AP.

El trabajo coordinado de diferentes actores (gobierno, sistema de ciencia y técnica, y estructura productiva) se destaca como necesario para el fomento de la generación y difusión de innovaciones desde diferentes miradas: círculo virtuoso (Sábato y Botana, 1968) sistemas nacionales de innovación (Freeman C. 1995), la nueva producción de conocimiento (Gibbons, 1994), desarrollo territorial, etc.

El contexto actual implica la necesidad de un cambio en las estrategias institucionales de generación y transferencia de tecnología que incluya al resto de los actores, especialmente a los más importantes dentro del ámbito innovativo agropecuario.

Las regiones del interior del país, donde los recursos humanos dedicados a investigación y desarrollo son más escasos, deben prestar especial atención a este aspecto.

Las acciones conjuntas que se proponen no sólo deben incluir a los actores que constituyen la demanda tradicional de la institución (productores agropecuarios, instituciones, etc.) sino también a aquellos que constituyen la

oferta de nuevas tecnologías (proveedores, universidades, otras estaciones experimentales e institutos de INTA, etc.).

Las consecuencias mayoritariamente benéficas de la AP invitan a esta concertación de acciones conjuntas entre sectores.

4) Los resultados obtenidos indican que la realización de ensayos de prueba es una práctica frecuente en los innovadores y adoptantes tempranos. Este tipo de actividades representa una oportunidad tanto para instituciones de ciencia y técnica como para los proveedores de equipos, a fin de consolidar acciones conjuntas de experimentación, desarrollo y/o investigación, que permitan identificar y minimizar las limitantes a la adopción de tecnologías beneficiosas. Esta oportunidad ha sido bien identificada y aprovechada por algunos investigadores de la región de estudio (y fuera de ella también), quienes han desarrollado actividades innovativas conjuntas en forma aislada⁹⁴.

A nivel de instituciones de ciencia y técnica, se considera una alternativa conveniente, la generación de unidades especializadas encargadas de abordar esta nueva forma de vinculación. La imprevisible dinámica propia de los procesos de innovación demandaría una estructura flexible, tecnológicamente de punta, con fuertes vinculaciones con los referentes regionales y extra-regionales, conformando un sistema de vinculación en red que aproveche la existencia de distintos perfiles de recursos existentes en la región.

La experiencia de los Consejos Locales Asesores (CLA)⁹⁵ de agencias de extensión de INTA que han existido en el pasado, con representantes de distintas entidades del ámbito agropecuario, deberían ser analizados en profundidad para determinar si podrían ser capaces de asumir tales funciones.

⁹⁴ Algunos de estos investigadores son mencionados como referentes técnicos en las entrevistas.

⁹⁵ Para mayor información ver documento: "Sistemas de Extensión Rural y Transferencia de Tecnología Regional con énfasis en el desarrollo de Territorios" Regional La Pampa – San Luis

La ausencia, en la actualidad, de CLA en funcionamiento en la EEA Anguil, implica la existencia de fuertes limitaciones del diseño organizacional previo.

5) Si bien el nivel de adopción de FV es incipiente en la región, se observa un predominio de FV a nivel de equipos pulverizadores. De continuar esta tendencia significará un cambio en la operatoria de fertilización con predominio del contratista como ejecutor mayoritario de esta práctica en detrimento del productor. Esto implica una continuidad en la consolidación de los contratistas como actores relevantes del sistema de producción.⁹⁶

De consolidarse esta tendencia se deben prever a nivel del sistema de ciencia y técnica, las actividades necesarias para atender los requerimientos de este nuevo “cliente”: el contratista.

El uso de los abordajes teóricos disponibles permite analizar un fenómeno complejo como la adopción de innovaciones y a partir de allí, generar nuevas propuestas para el sistema de ciencia y técnica regional.

⁹⁶ Por otro lado, se esperarían cambios concomitantes en la logística de distribución y acopio de fertilizantes en zonas deficitarias, y en la demanda de equipos adaptados a fertilización líquida variable.

BIBLIOGRAFIA

- a) Albornoz, M. Arber, G., Alfaraz, C. Barrere, R. Matas L. y Papa J. 2003. El estado de la Ciencia, Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. Red Iberoamericana de Indicadores.
- b) Baptista Rui. 2001. Geographical Clusters and Innovation Difussion. Technological Forecasting and Social Change 66, 31-46. Elsevier Science Inc. (North Holland)
- c) Bongiovanni R., Mantovani E. Best S. y Roel A. (Editores) 2006. Agricultura de Precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. PROCISUR
- d) Bragachini M, Méndez, A. Scaramuzza, F y Proietti F. 2005. Proyecto Agricultura de Precisión. EEA Manfredi, INTA.
- e) Bragachini M, Méndez, A. Proietti, F. Scaramuzza, F. 2006a . Cuadernillo de Información Técnica. 6º Curso Internacional de Agricultura de Precisión & 1º Expo de Máquinas Precisas. EEA Manfredi, INTA.
- f) Bragachini, Mario, 2006b. Mecanización Agrícola en Argentina. Presente y Futuro: “Innovaciones Tecnológicas Previsibles”. <http://www.agriculturadeprecision.org/demaaco/articulos/InnovacionesTecnologicasPrevisibles.pdf> (acceso 09/05/07)
- g) Corradi P., Del Rio J. Eleicegui G. y Zorraquin T. 2005. Alimentos Argentinos II. Cap 14 Maquinaria Agrícola. Pp 111-120. <http://www.aacrea.org.ar/> (acceso 10/05/07)

- h) Corró Molas A. 2001 (inédito). Caracterización de Sistemas Productivos y Sistema de Información Geográfica en el Noreste de La Pampa. Informe de Beca. INTA.
- i) Cohen W.M. and Levinthal D. 1989. Innovation and Learning: The two faces of R&D. In The Economic Journal, Vol 99 pp 569-596.
- j) Combs R., Saviotti P. and Walsh V. 1987. Economics and Technological Change Part II. Mac Millan.
- k) Diederer P. Meijl H. Wolters A and Bijak K. 2003. Innovation Adoption in Agriculture: Innovators, Early Adopters and Laggards. Cahiers d'économie et sociologie rurales N° 67. Wageningen University and Research Centre, Agricultural Economics Research Institute. The Netherlands.
- l) Dirección General de Estadística y Censo. Gobierno de la Provincia de La Pampa. www.lapampa.gov.ar
- m) Dirección de estadística y Censos de La Pampa. Departamento Indicadores. INDEC. Boletín Estadístico N° 4: Cuarto Trimestre 2005. www.lapampa.gov.ar
- n) Dirección Provincial de Estadística. Relevamiento Provincial de Servicios Agropecuarios 2002, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- o) Dosi G. 1982. Technological paradigms and technological trajectories. The determinants and directions of technical change and the transformation of the economy. En Freeman C., Long Waves in the world economy, Londres Pinter Publishers cap 7.

- p) Edsberg R., Truffer I. y Raimondo E. 2002. Los indicadores de patentes en Iberoamérica. El estado de la Ciencia, Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (1990-2000). CyTED/ REDES. <http://www.ricyt.edu.ar/interior/difusion/pubs/elc/9.pdf>
- q) Encuesta Tecnológica 2000. Proyecto AgroRADAR. INTA Anguil.
- r) Ernst Dieter & Lundvall Bengt-Ake (1997). Information Technology in The Learning Economy – Challenges for Developing Countries. DRUID Working Paper No. 97 – 12.
- s) Fernández Cornejo J. Daberkow S. & McBride W.D. 2001. Decomponing the size the adoption of innovations: agrobiotechnology and precision agriculture. AgBioForum Vol. 4 N°2 pp124-136.
- t) Fichman R.G. 2000. The Diffusion and Asimilation of Information Technology Innovations. In Zmud R. W (Ed.). Framing the domains of IT management: Projecting the Futur ... Through the Past. Cincinnati, Ohio. Pinnaflex Educational Resources Inc. Chapter 7 pp 105-128.
- u) Fountas, S. Pedersen, S. M. and Blackmoore S. ICT in Precision Agriculture – diffusion of technology. www.departaments.agri.huji.ac.il
- v) Freeman Chris. 1971. The economics of the industrial innovation. Penguin Book, London. Cap. I.
- w) Freeman Chris. 1995. The “National Systems of Innovation” in Historical Perspective. Cambridge Journal of Economics 19, pp 5 – 24.
- x) Hammersley M. and Atkinson P. 1983. Ethnography: Principles in practice. London. Tavistock.

- y) García Mirta. 2005. Fertilización en Trigo: Campaña 2003/04. Dirección de Agricultura. SAGPyA.
- z) Geroski P.A. 2000. Models of technology diffusion. Research Policy 29. 603–625.
- aa) Gibbons Michael. 1994. The new production of knowledge. Sage Publications INC. ISBN 0803977948
- bb) Glaser B. G. y Strauss A.L. 1967. The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. Aldine Transaction.
- cc) Goodman, L. A. (1961). "Snowball Sampling", Annals of Mathematical Statistics, 32, 148-170.
- dd) Iglesias, Daniel. 2000. Competitividad de las Pymes Agroalimentarias Pampaeanas Productoras de Commodities. Publicación Técnica N° 49. EEA Anguil. INTA.
- ee) Instituto Nacional de Estadística y Censo. Censos Nacionales Agropecuarios 1998 y 2002. http://www.indec.mecon.gov.ar/principal.asp?id_tema=494
- ff) Instituto Nacional de Estadística y Censo. 2007. Informe de Coyuntura Marzo 2007. <http://www.indec.mecon.gov.ar>
- gg) Iturrioz, G. 2005. La Pampa en cifras. Datos Básicos del sistema agroalimentario provincial. Documento de Trabajo. INTA EEA Anguil.
- hh) INTA 2004. Plan Estratégico Institucional.
- ii) Lambert D and Lowenberg Deboer J. 2000. Precision Agriculture Profitability Review. <http://www.agriculture.purdue.edu/ssmc/Frames/newsoils.doc>

- jj) Lódola A. y Fossati R. 2002. Servicios Agropecuarios y Contratistas en la Provincia de Buenos Aires. Régimen de Tenencia de la Tierra, Productividad y Demanda de Servicios Agropecuarios. (Universidad Nacional de La Plata y Dirección Provincial de Estadística de la Prov. de Buenos Aires. www.aaep.org.ar/espa/anales/PDF_03/Lodola_Fossati.pdf. (Acceso 04/04/07)
- kk) Lódola A. y Fossati R. 2005. Encuesta Provincial de Servicios Agropecuarios 2005. Resultados provisorios. Dirección Provincial de Estadística de la Prov. de Buenos Aires
- ll) Lorda H. Bellini Saibene Y., Sipowics A., Luchetti P., Roberto Z., Farrell M. y Corró Molas A. 2003 (a). Caracterización Productiva y Tecnológica de los Cultivos de Verano. En Boletín de Divulgación Técnica N° 77. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" ISSN 0325-2167.
- mm) Lorda H. Bellini Saibene Y., Sipowics A., Luchetti P., Roberto Z. Y Coma C.. 2003 (b) Caracterización Tecnológica del Cultivo de Trigo. En Boletín de Divulgación Técnica N° 76. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" ISSN 0325-2167.
- nn) Lorda H., Luchetti P., Bellini Saibene Y., Sipowics A., Luchetti P., Farrell M. Roberto Z. Y Coma C.. 2004. Caracterización Productiva y Tecnológica del Cultivo de Trigo. En Boletín de Divulgación Técnica N° 83. EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" ISSN 0325-2167.

- oo) Lowenberg-Deboer, Jess. Camino Sinuoso en la Adopción de Agricultura de Precisión. Traducción de Rodolfo Bongiovanni – INTA Manfredi. <http://www.agriculturadeprecision.org/analecon/CaminoSinuoso.htm>
(Acceso 04/04/07)
- pp) Lundvall B, and Johnson B. (2000). Promoting innovation systems as a response to the globalising learning economy. Second draft of Contribution to the project Local Productive Clusters and Innovations Systems in Brazil: New industrial and technological policies. 29 pp.
- qq) Malerva F. y Orsenigo, L. (1993) Technological Regimes and Firm Behavior. En Industrial and Corporate Change. Oxford University Press. Vol 2 No 1. pp 45-71.
- rr) Malerva F. y Orsenigo, L. (1996) Schumpeterian patterns of innovation are technology – specific. Research Policy N° 25 pp 451-478.
- ss) Mantovani E. Carvalho Pinto F. de A. de y Marçal de Queiroz D. 2006. En Agricultura de Precisión. Integrado conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. Bongiovanni R, Mantovani E., Best S. y Roel A. editores. PROCISUR. 244 pp.
- tt) Marra M. Pannell D.J. and Ghadim A.A. 2003. The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on learning curve? Agricultural Systems 75 pp215-234.
- uu) Montoya J. Babinec F. Rodríguez N. Pérez Fernández J. y Bono A. 1999. Uso de Agroquímicos en la Provincia de La Pampa. Boletín de Divulgación Técnica N° 66. EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” INTA. ISSN 325-2167.

- vv) Mukoyama T. 2005. Rosenberg's Learning by Using and Technology Diffusion. Department of Economics, Concordia University. Canadá and Cireq. <http://www.cireq.umontreal.ca/publications/21-2005-cah.pdf>
(Acceso: 04/04/07)
- ww) Narula Rajneesh. (2003). Understanding Absorptive Capacity in an "Innovation Systems" Context: Consequences for Economic and Employment Growth. Working Paper No. 04 – 02.
- xx) Nonaka, I and Takeuchi, H. 1999. La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación, tr Martín Hernández Kocha, Oxford University Press. 318 pp.
- yy) Nutley, Sandra, Huw, Davies and Walter, Isabel. 2002. Conceptual Synthesis 1: Learning from the Diffusion of Innovations. ESRC UK Centre for Evidence Based Policy and Practice; Research Unit for Research Utilisation. Working Paper N° 10. University of St Andrews.
- zz) Pavitt Keith. 1984. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and theory. Science Policy Research University of Sussex, Brighton BN1 9 RF, UK. Elsevier Science Publisher B.V. (North Holland)
- aaa) Pedersen, Soren M. 2003. Precision farming-technology assessment of site specific input application in cereals. Ph.D. Dissertation. Department of Manufacturing Engineering and Management. Technical University of Denmark.
- bbb) Plan Estratégico Institucional 2005-2015. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

- ccc) Proyecto Desarrollo de Maquinaria Agrícola de Alta Complejidad (DEMAACO) 2006. www.agriculturadeprecision.org.ar/demaaco/index
- ddd) Revista Agromercado, 2007. N° 134. Suplemento temático: Síntesis Económica. ISSN: 151-223.
- eee) RIAP. Red de Información Agronómica para la Región Pampeana.(INTA) <http://riap.inta.gov.ar/>
- fff) Rogers E. M. 1995. Diffusion of Innovations. The Free Press. Fourth Edition. 519 pp.
- ggg) Rosegger G. (1986) The economics of Production and Innovation. An Industrial Perspective. Pergamon Press. Chapter I.
- hhh) Rosenberg, N. (1976), "Perspectives on Technology", Cambridge: Cambridge University Press.
- iii) Rosenberg, N. 1982. Inside in the Black Box: Technology and Economics. Chapter I. Cambridge University Press.
- jjj) Sábato J. A. y Botana N. (1968) La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina, en Revista de la Integración, INTAL, Buenos Aires. Año 1, n.º 3, pp. 15-36.
- kkk) Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos de la República Argentina. Base de datos, Estimaciones Agrícolas. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>.
- lll) Salomon, J.J., Sagasti, F. & Sachs, C. Eds. (1996): Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo, FCE, México. (pág. 70)
- mmm) Schumpeter J. A. (1984), *Capitalismo, socialismo y democracia* [1942], Barcelona, Folio.

- nnn) Swinton, S.M. and J. Lowenberg-DeBoer. 2001. Global Adoption of Precision Agriculture Technologies: Who, When and Why? In G. Grenier and S. Blackmore, eds., Third European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, France: Agro Montpellier (ENSAM), pp. 557-562.
- ooo) Toshihiko Mukoyama. 2004. Rosenberg's "Learning by Using" and Technology Diffusion. Department of Economics. Concordia University and CIREQ.
- ppp) Utterback J. M. y Abernathy W.J. 1975. A dynamic Model Process and Product Innovation. Omega, Vol. 3 N° 6. Pergamon Press, pp 639-656.
- qqq) Waissbluth M. y otros. 1986. Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica. Centro para la Innovación Tecnológica UNAM y Ediciones Gernika. México.

Anexo 1

Estrategias Metodológicas

1) Enfoque

El enfoque utilizado en este estudio es de tipo dual, incluyendo estrategias metodológicas cualitativas y cuantitativas. Esta elección busca utilizar los instrumentos necesarios para lograr los objetivos planteados independientemente de la disyuntiva entre enfoques de tipo cualitativos y cuantitativos. El uso adecuado de ambas metodologías permite identificar los rasgos centrales de los procesos de adopción que se intentan estudiar.

Se utilizó un diseño de investigación con procesos reflexivos en cada fase del proyecto (Hammersley y Atkinson, 1983) considerando que: *“Las actividades de coleccionar y analizar datos, desarrollar y modificar teoría, elaborar y refocalizar las preguntas de investigación, e identificar y eliminar los problemas de validez, se realizan usualmente en forma más o menos simultánea. Cada una de ellas influye sobre las restantes”* (presentación Jorge Walter)

2) Recorte del objeto de estudio

El concepto Agricultura de Precisión abarca un amplio conjunto de herramientas que es enumerado en el capítulo 4. A los fines del presente trabajo se realizó un recorte seleccionando tres herramientas de AP como objeto de estudio: Banderillero Satelital (BS), Monitor de Rendimiento (MR), Fertilización Variable (FV). Para ello se utilizó como criterio principal, el nivel de adopción actual, seleccionando innovaciones que se encuentren en distinto momento de la curva de adopción (Rogers, 1995). El momento de adopción es un factor de importancia debido a la disminución de la incertidumbre que se

produce a medida que se difunde una innovación en la sociedad. Por otro lado, incrementa la probabilidades de contacto de las innovaciones con los adoptantes potenciales y del relacionamiento a través de vínculos interpersonales entre adoptante actual y potencial, aspecto de fundamental importancia en la decisión de adopción en algunas categorías de adoptantes y/o en etapas finales del proceso de adopción.

El BS es la innovación más difundida seguida por el MR y en última instancia por la FV (Bragachini, 2006)

Por otro lado, se percibieron diferencias a priori en los recursos humanos requeridos para aprovechar los beneficios de las innovaciones y en los actores que intervienen en el proceso de adopción.

Las innovaciones generadas en el marco de la AP son predominantemente de tipo incorporadas a maquinaria agrícola. La selección de innovaciones analizadas en el presente estudio siguió esta misma tendencia que se presenta en la realidad.

Cada una de las innovaciones de la AP se asocia, en función de la operación asistida, a una o varias máquinas agrícolas. De acuerdo al nivel de adopción actual se puede dividir a la maquinaria en Principal (mayor adopción) y Secundarias (menor adopción).

Cuadro N° 1: Operación asistida y maquinaria asociada a innovaciones de la AP

Innovación de la AP	Operación asistida	Maquinaria asociada principal	Maquinaria Asociada Secundaria
Banderillero Satelital	Conducción*	Pulverizadora	Tractor
Monitor de Rendimiento	Cosecha	Cosechadora	---
Fertilización Variable	Fertilización	Pulverizadora	Sembradora Fertilizadora

*Obs.: Conducción: acción de guiar un vehículo automotriz.

La incorporación de las innovaciones de la AP a cada máquina agrícola (principal o secundarias) conlleva a diferentes análisis y posiblemente a diferentes limitantes a la adopción. En virtud de las tendencias descriptas precedentemente, el presente estudio se enfoca casi exclusivamente sobre las innovaciones aplicadas a la maquinaria asociada principal.

Asimismo se realizó un recorte a nivel de la RSPC. El recorte regional busca enfocar el análisis sobre las zonas agroecológicas donde las innovaciones seleccionadas tienen mayores posibilidades de difusión teniendo en cuenta los sistemas productivos predominantes.

3) Instrumentos utilizados

Análisis documental: el primer paso constituyó el análisis de toda la información secundaria. Entre las fuentes se destacan: Proyecto Agricultura de Precisión de INTA Manfredi, Censo 2002, Relevamiento Provincial de Servicios Agropecuarios (Buenos Aires 2002), Diarios, revistas, Publicaciones Proyecto AgroRadar de INTA Anguil, Información de los Proveedores, de Organizaciones no Gubernamentales, etc.

Entrevistas semi-estructuradas: se realizaron 14 entrevistas a informantes clave. La selección de los informantes se realizó siguiendo una combinación de muestreo teórico (Glaser B. G. and Strauss A.L. 1967) y por bola de nieve⁹⁷ (Goodman L. 1961). El primer método permitió la recolección de datos de diferentes fuentes y distintas miradas sobre el mismo objeto de estudio. Es un método adecuado en etapas tempranas de desarrollo de teoría donde la información sobre el fenómeno a estudiar es escasa. El segundo método

⁹⁷ Se pregunta a cada entrevistado sobre posibles referentes a entrevistar.

permite el incremento rápido de la muestra siguiendo las redes de relaciones o canales de referencia de los actores involucrados. Por otro lado, chequea la adecuada selección de informantes clave cuando son sugeridos por más de un entrevistado. Este método tiene grandes ventajas en situaciones donde los adoptantes de innovaciones se encuentran en una etapa inicial del proceso de adopción, facilitando su identificación.

Las entrevistas incluyeron proveedores de equipos de AP, Asesores Agronómicos, Contratistas, Pooles de siembra, Prestadores de Servicios Especializados en AP, Adoptantes, no Adoptantes⁹⁸.

Previo a las entrevistas se confeccionó un formulario a modo de guión temático, el cual recoge los objetivos de la investigación y focaliza la interacción (Se presenta un formulario modelo en Anexo 1)

Al inicio de cada entrevista se estableció un contrato comunicativo a fin de facilitar el desarrollo de la misma. En todos los casos se consultó sobre la posibilidad de efectuar un registro de la entrevista (grabación) logrando el consentimiento manifiesto a excepción de un caso donde no se realizó grabación a pedido del entrevistado. El resto de las entrevistas fueron grabadas y transcriptas a fin de facilitar el posterior análisis.

El análisis se realizó rescatando las ideas expresadas sobre los temas objeto de estudio para cada uno de los actores⁹⁹

Las intervenciones del entrevistador se redujeron al mínimo posible en un intento por disminuir la influencia sobre el entrevistado y ampliar su libertad de

⁹⁸ En el caso de BS no se entrevistó a no adoptantes por no detectar en la región representantes de ese grupo.

⁹⁹ Dado la naturaleza diferencial de los actores (proveedores, usuarios, etc) no todos los entrevistados realizan expresiones sobre todos los puntos de la entrevista.

expresión. Cuando fue necesario, a través de acciones de interrogación, reiteración y declaración se establecieron los registros modal y referencial.

Se realizó una triangulación de datos utilizando diferentes fuentes de información (distintos actores, información primaria y secundaria de distinto tipo y origen) y una triangulación metodológica (análisis documental, entrevistas semi-estructuradas en profundidad, consultas a informantes calificados, etc.)

El enfoque cualitativo permitió analizar en profundidad algunos aspectos de un fenómeno tan dinámico y complejo como la adopción de innovaciones. Este mismo proceso de adopción, a la vez que se lleva a cabo en un contexto, lo modifica. Esto determina la necesidad de metodologías expeditivas que generen resultados con la antelación suficiente como para permitir analizar y ejecutar estrategias de intervención adecuadas y oportunas.

4) Aplicabilidad de los resultados

Como todo proceso social, la adopción de innovaciones ocurre en un contexto social y temporal específico que limita el alcance del presente trabajo. Sin embargo, los resultados obtenidos aportan elementos que mejoran la base de conocimiento para futuros estudios afines en nuevos contextos.

El método de identificación de informante clave utilizado tiene sus limitaciones en situaciones donde las redes de relaciones locales son débiles en beneficio de las redes extra-regionales. En esos casos es posible no lograr identificar adoptantes locales que podrían hacer aportes adicionales al presente estudio.

Modelo de Entrevista: Banderillero Satelital

Entrevista a los adoptantes

1) Atributos de la innovación

a) Ventaja Relativa:

¿Qué mejoró con el uso de BS en su empresa?

¿Acarreó algún problema la puesta en práctica inicialmente?

¿Lo ha podido solucionar? ¿Cómo?

b) Compatibilidad

¿En qué cambió la forma de trabajo hasta el momento?

c) Complejidad

¿Contaba ya con gente capacitada?

¿Requirió capacitaciones?

En caso afirmativo: ¿Quién se capacitó?

Desde su perspectiva: ¿Considera que es fácil de utilizar?

d) Facilidad de Experimentación

¿Cómo hizo para probar si funcionaba?

¿Probó primero en una máquina o lo puso directamente en todas?

¿Le facilitaron la prueba del equipo?

e) Observabilidad

¿Cómo se enteró de esta innovación?

¿Fue a ver algún equipo funcionando?

En caso afirmativo: ¿Ayudó ver el funcionamiento a su decisión de adopción o quedaron dudas respecto a su utilidad, facilidad de uso, etc?

2) Atributos de los adoptantes

a) Escala

¿Cuántos equipos pulverizadores dispone?

¿Cuántas ha totales aproximadas hace por año?

b) Aspectos organizacionales y de recursos humanos

¿Cuánto personal disponía al momento de decidir la adopción?

c) Recursos financieros

¿Recurrió a créditos para adoptar la tecnología?

3) Ambiente (percepción desde los adoptantes)

¿En qué año comenzó con la actividad?

¿En qué año incorporó BS?

¿En qué situación se encontraba la empresa? Crisis / estabilidad / crecimiento.

¿Cómo eran las perspectivas de trabajo para la empresa?

¿Qué situación en general se atravesaba a nivel país?

Canales de comunicación:

¿Cómo se entera de las novedades en tecnología agropecuaria: diarios (locales/nacionales) programas de radio, Web, revistas, viajes, etc.

En el último año:

¿A cuántas reuniones, congresos, etc., técnicos ha asistido?

¿Cuántas veces ha evacuado dudas por consultas con técnicos de la provincia? ¿De qué institución?

¿Cuántas veces ha evacuado consultas con técnicos fuera de la provincia?

¿De qué institución?

Mencione 3 referentes técnicos que tiene en cuenta para evacuar dudas (en general, de cualquier tema técnico)

Recursos humanos

¿Qué nivel de instrucción formal posee el entrevistado?

¿Dispone de asesoramiento técnico? ¿De qué tipo? ¿Con qué frecuencia?

¿Maneja herramientas informáticas: internet, correo electrónico, otros?

Mejoras incrementales

¿Ha cambiado mucho la tecnología en el último año?

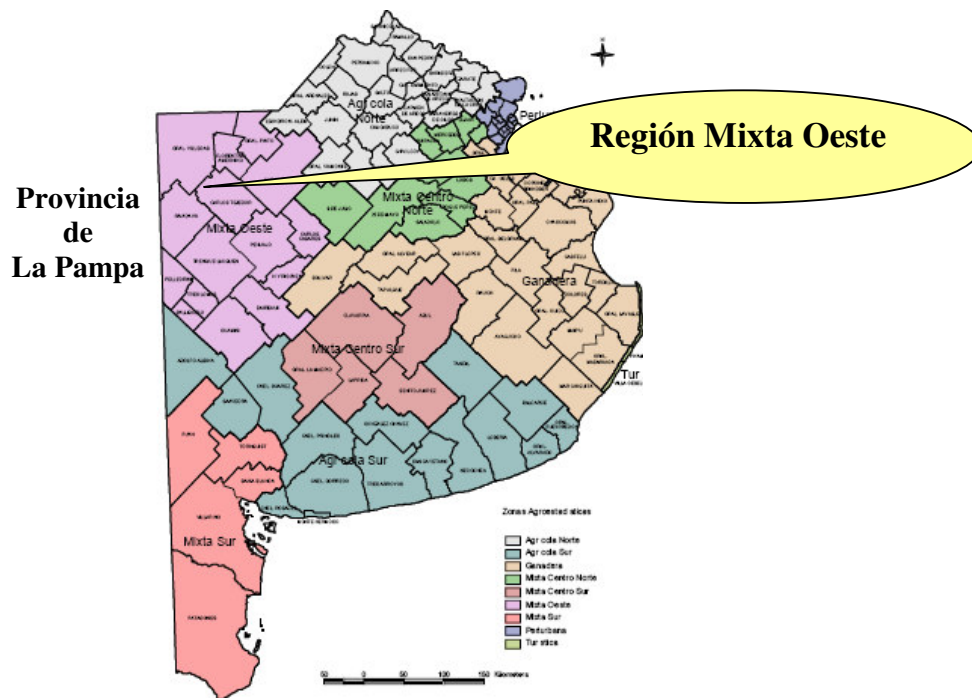
¿Se generan cambios sustanciales en la tecnología que complican el uso de BS?

¿Hubiera convenido esperar para adoptar?

Anexo 3

Zonas Agro-estadísticas de la Provincia de Buenos Aires

(Fuente: Relevamiento Provincial de Servicios Agropecuarios 2002 – Prov. de Bs As.)



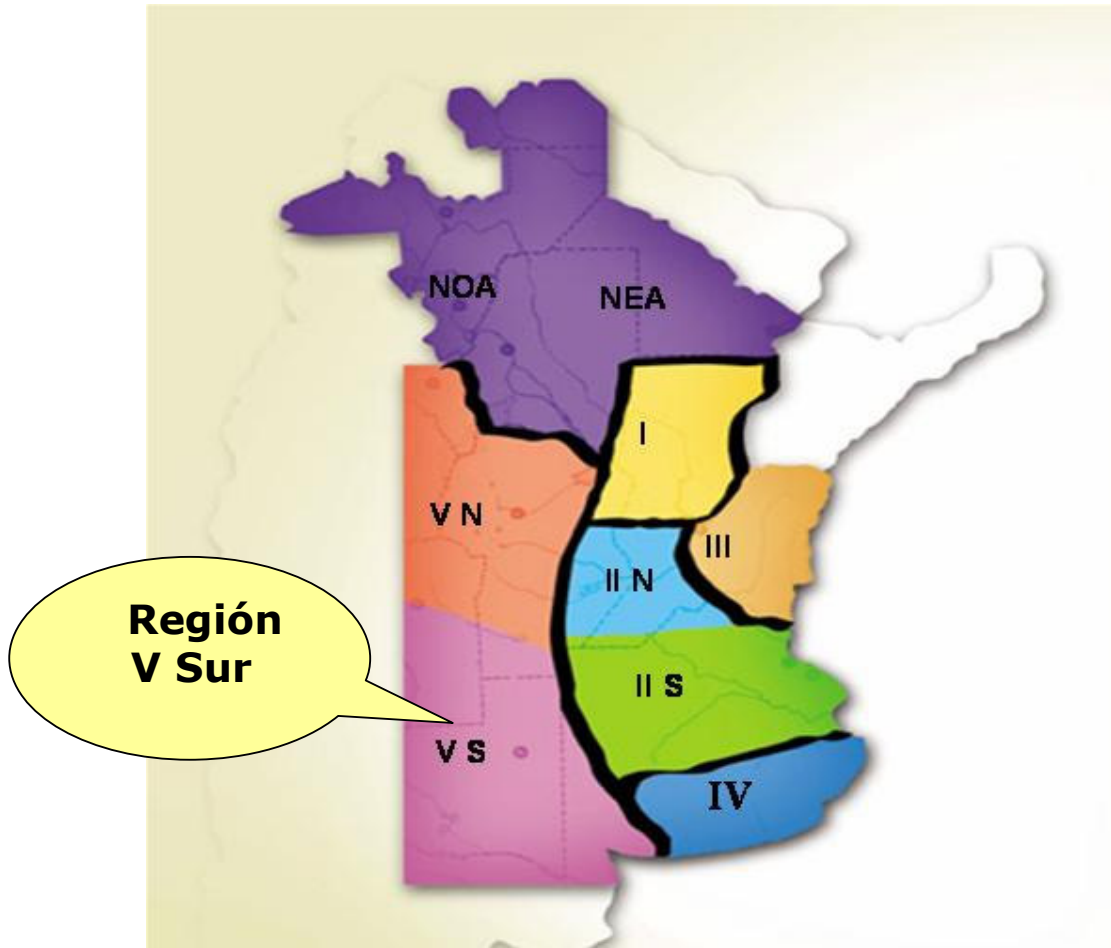
Calibración de Monitores de Rendimiento

La calidad de los datos base es un aspecto importante y está asociada a la calibración de los sensores. Esta tarea requiere un aprendizaje específico. Cada sensor que posee la cosechadora debe ser testeado con un método patrón. Bragachini y otros (2006) mencionan las calibraciones por vibración, distancia, altura del cabezal, humedad del grano y peso del grano. Las dos primeras se calibran generalmente con una frecuencia anual. La altura de cabezal, cada vez que se cambia de cultivo. Los sensores de humedad y peso del grano son los que requieren mayor frecuencia de calibración, requiriendo ajustes cada vez que cambian las condiciones de cosecha.¹⁰⁰ El sensor de rendimiento se calibra mediante la descarga en una tolva, y posterior peso en balanza. El sensor de humedad se calibra por comparación con un higrómetro externo, y la distancia recorrida por medición de longitud.

¹⁰⁰ Se recomienda calibrar el monitor cada vez que cambian las condiciones de cosecha: el cultivo a cosechar, el rendimiento de grano/ha dentro del mismo cultivo en forma importante, o el estado del cultivo (Ej.: distinto nivel de humedad, se recomienda calibrar cuando la diferencia con el higrómetro externo supera el 5%)

Anexo 5

Regiones Trigueras de Argentina



Fuente: INTA Anguil

Anexo 6

Innovaciones de la Agricultura de Precisión

A continuación se describirán brevemente las innovaciones de la AP de mayor difusión en la Argentina: Banderillero Satelital, Monitor de Rendimiento y Fertilización Variable, las cuales son objeto del presente estudio.

Banderillero Satelital

El Banderillero Satelital es una innovación incorporada a un equipo. Consiste en un dispositivo que permite el posicionamiento geográfico adecuado de un equipo de pulverización (Pulverizador terrestre o aéreo) o cualquier otro vehículo.

Mediante un tablero de luces situado en la cabina del equipo a guiar (Fig. 1) se indica al operador la dirección correcta de manera de cubrir la superficie de trabajo sin superposiciones ni chanchos¹⁰¹. El equipo requiere que se determinen dos puntos virtuales en el espacio (generalmente inicio y fin de la primera pasada) y a partir de allí traza las paralelas virtuales necesarias para completar el trabajo.



Fig. 1: Ejemplo de tablero de luces de Banderillero Satelital que indica al operador la dirección de trabajo. Cuando la dirección no es la correcta, las luces verdes del centro del tablero se mueven hacia uno de los lados del tablero indicando en qué sentido debe corregir el rumbo el operario.

¹⁰¹ Se denomina así a la superficie que no es pulverizada a causa de errores durante la operación.

Los primeros banderilleros permitían al operario determinar cuando estaba posicionado sobre la línea imaginaria que representaba la trayectoria ideal del pulverizador (las paralelas virtuales). Sin embargo, no indicaban qué dirección de trabajo debía seguir el operario. La mejora incremental denominada *Surco Virtual* permitió mejorar la orientación del operario. Si bien el banderillero satelital permite orientar a cualquier equipo (sembradoras, fertilizadoras, etc.), actualmente se utiliza a nivel de equipos pulverizadores ya que el nivel de precisión logrado (+/- 30 cm.) cubre los requerimientos de esta operación.

Monitor de Rendimiento

Consiste en un dispositivo que permite la estimación de datos de rendimiento¹⁰² puntuales referenciados temporal y geográficamente. Esto permite confeccionar un mapa de rendimiento (Fig. 2).¹⁰³

El monitor de rendimiento también es una innovación del tipo incorporada.

Bragachini y otros (en Bongiovanni y otros – editores -, 2006) mencionan que los componentes necesarios en la cosechadora para obtener mapas de rendimiento son:

1. Sensor de flujo de grano
2. Sensor de humedad de grano.
3. Sensor de velocidad de avance.
4. Switch de posición del cabezal..
5. Consola del monitor....
6. Receptor GPS o DGPS.

El monitor de rendimiento consta de sensores conectados a una consola (Fig. 3) que indica al operador los parámetros estimados (rendimiento, humedad, velocidad, etc.) para cada punto del lote.

¹⁰² El monitor mapea distintos indicadores de acuerdo a los sensores con que cuenta. En la actualidad se dispone de sensores para determinar rendimiento y humedad. En desarrollo se encuentran medidores de proteína y aceite.

¹⁰³ También es posible realizar mapas de velocidad de cosecha (indican a qué velocidad se cosechó en cada punto)

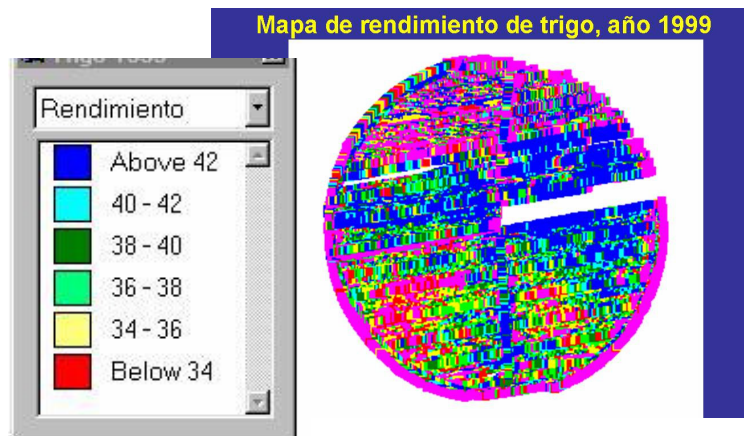


Fig. 2: Mapa de Rendimiento.
La paleta de colores indica distintos rangos de rendimiento desde un máximo (azul) a un mínimo (rojo)



Fig.3: Ejemplos de consolas ubicadas en la cabina.
(Fuente: Proyecto Agricultura de Precisión INTA Manfredi)

Si el monitor posee DGPS el dato es guardado en una tarjeta de memoria, asociado al dato posicional, convirtiendo cada estimación en un dato geo-referenciado. La tarjeta de memoria es intercambiable, lo que permite el traslado de la información a la computadora personal.

La acumulación de datos geo-referenciados de un lote permite confeccionar mapas de rendimiento de grano, de humedad, de velocidad de cosecha, etc. (la cantidad de variables y sus combinaciones depende del número de sensores que dispone) (Fig. 4)

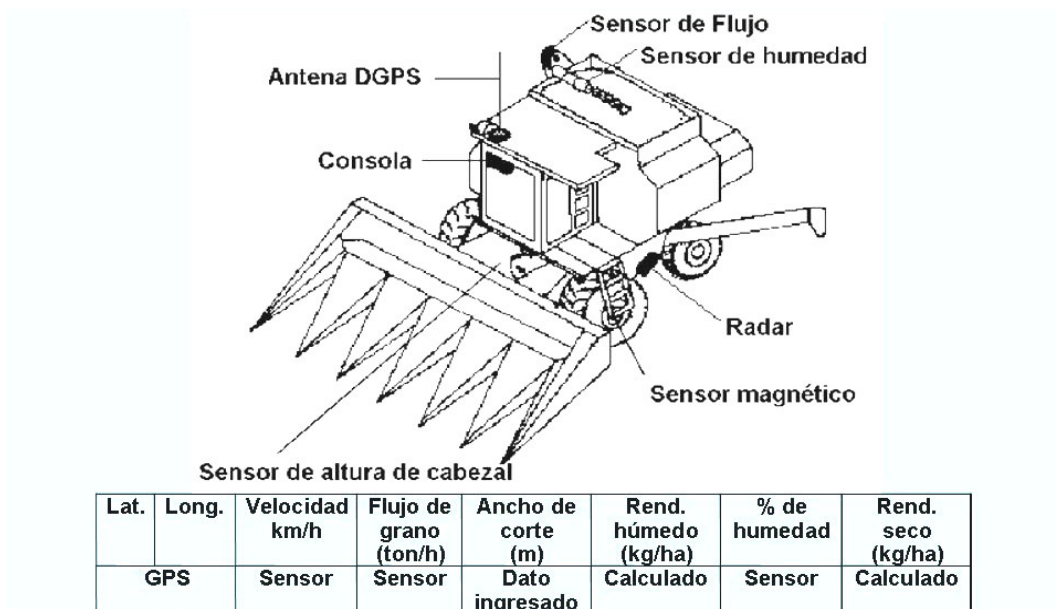


Fig. 4: Componentes del monitor de rendimiento

Fuente: Bragachini y otros (Bongiovanni y otros (Editores) 2006.)

La confección de mapas actualmente requiere de un software específico. Sin embargo, la información base del mismo puede ser entregada en formato de archivo para la confección del mapa por parte del usuario. Recientemente se han lanzado al mercado monitores de rendimiento que realizan el mapeo en tiempo real.

Fertilización Variable

Consiste en un dispositivo que permite la realización de fertilización en distintas dosis para distintos sectores del lote, predeterminados de acuerdo a una prescripción.

La confección de la prescripción implica un conocimiento de la variabilidad espacial del lote y una interpretación agronómica. Este análisis previo implica contar con alguna fuente de información acerca de la variabilidad.

En EEUU se suele utilizar el análisis de suelo geo-referenciado para estimar la variabilidad.(Bongiovanni 2006).

Otras fuentes de información consisten en imágenes satelitales, mapas de rendimiento, datos de análisis de suelo geo-referenciados, mapas de elevación digital, mapas de aptitud de uso de los suelos, etc.

Los equipos de FV pueden ser incorporados a diversas herramientas, como fertilizadoras de arrastre al voleo (Fig. 5), sembradoras con fertilización (Fig.6), pulverizadoras automotrices (Fig. 7) y de arrastre (fig. 8). Cada una requiere los ajustes correspondientes.



Fig. 5: Fertilizadora de Arrastre al Voleo (fertilizantes sólidos)



Fig.6: Sembradora con fertilización a dosis fija (fertilizantes sólidos).



Fig.7: Pulverizadora automotriz (fertilizantes líquidos)



Fig. 8: Pulverizadora de arrastre (fertilizantes líquidos)

A los fines del presente estudio el análisis de la FV se realiza en pulverizadoras automotrices, las cuales representan la mayor parte de la FV en la región.

Anexo 7

Mejoras Incrementales: Surco Virtual

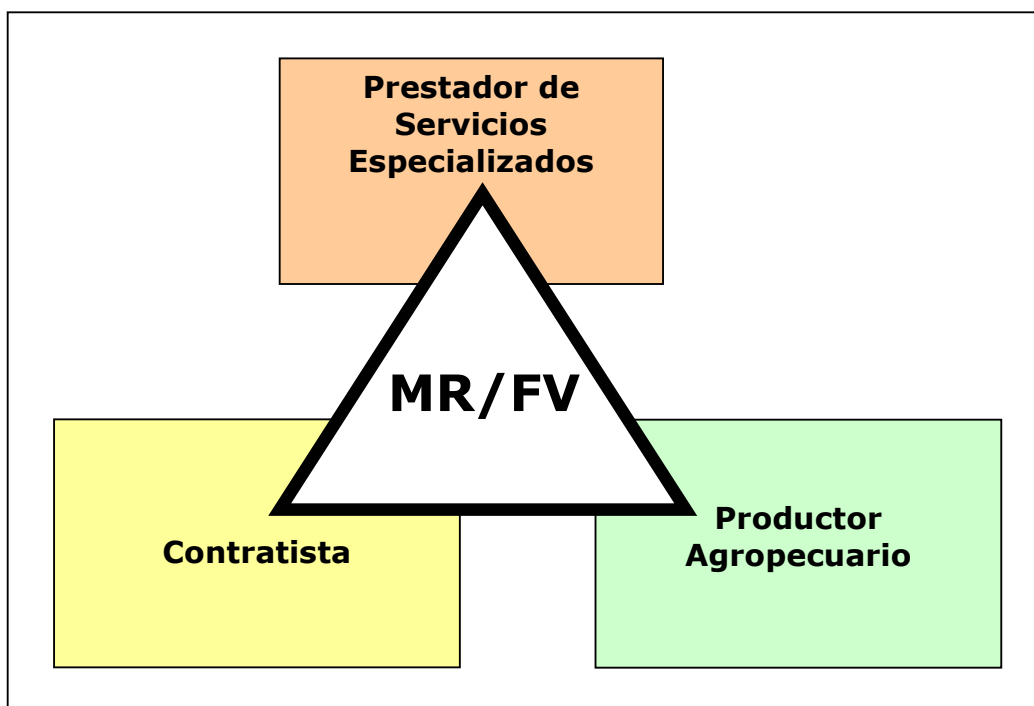
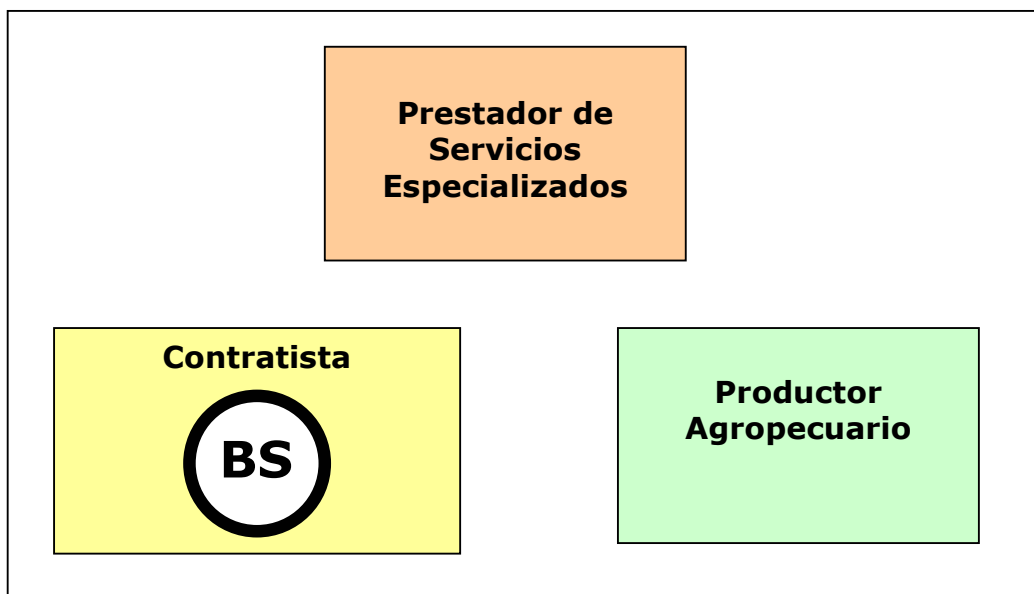
El denominado Surco Virtual constituye una mejora incremental de los banderilleros satelitales. La descripción de la misma es realizada en forma clara por un adoptante.

“yo creo que fue muy importante lo del surco virtual, ...”

“Vos marcabas la primer paralela: punto A - punto B que te indicaba la línea. La computadora construye paralelas en función a esa. Cuando vos pegás la vuelta y coincidís en la línea virtual que sigue (la paralela que tenés que tomar) las luces se centran hacia el verde entonces vos sabés que estás en posición. Pero, lo que vos no sabías antes es si estabas exactamente derecho a la paralela o cruzaste la paralela en diagonal en algún sentido. Entonces eso que significaba que vos venías en una dirección, se te ponía en verde y vos tendías a seguir en esa dirección, pero a lo mejor habías cruzado la paralela, entonces se te va al rojo y tenías que volver hasta que acertabas el rumbo. Los banderilleros de ahora tienen debajo de las tres luces verdes otra luz más que es la que indica la dirección. O sea que te indica que estás en el punto de la paralela y la luz inferior te indica que estás en la dirección. Cuando se alinean las dos estás en paralela digamos.” (Entrevista 1)

Anexo 8

Relaciones entre actores identificadas
en la adopción de diferentes innovaciones de la AP



Obs.: **BS:** Banderillero Satelital
MR: Monitor de Rendimiento
FV: Fertilización Variable

Anexo 9

Flujo de información entre actores identificadas
en la adopción de diferentes innovaciones de la AP.

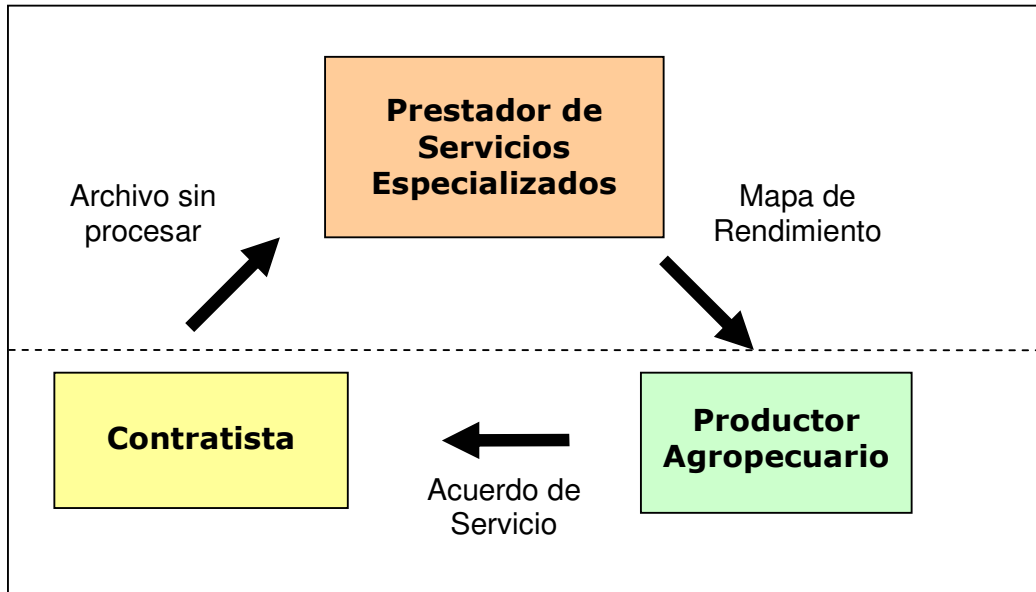


Fig. 1: Flujo de información en el trabajo con MR.
El sector inferior a la línea punteada indica el flujo de información en el caso de BS.

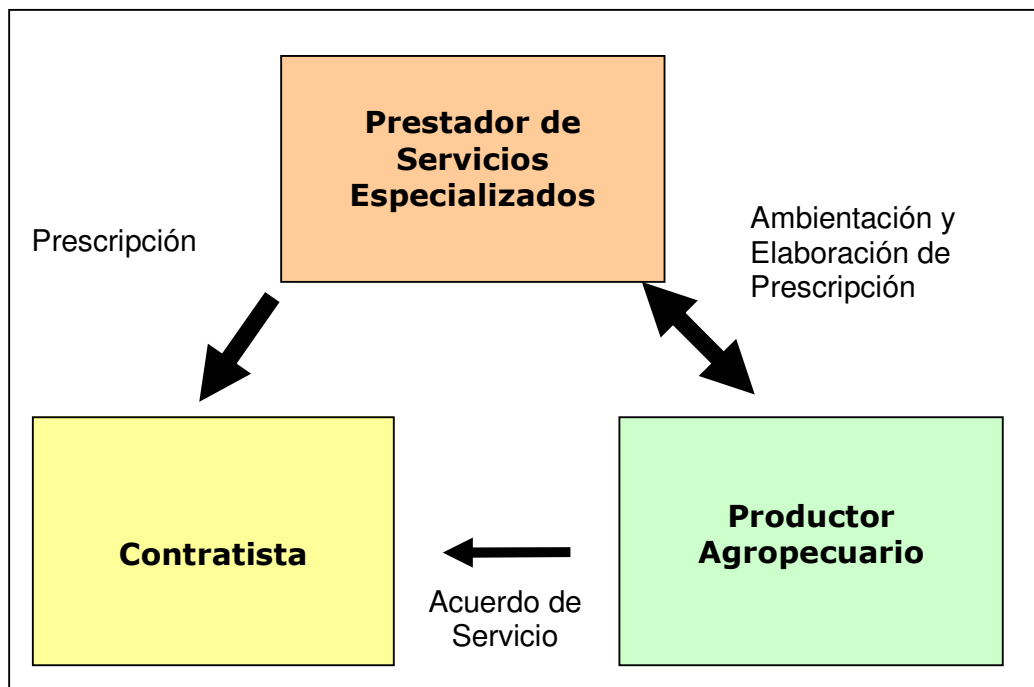


Fig. 2: Flujo de información en el trabajo con FV.