



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela para Graduados



Creer... Crear... Crecer...

Universidad Nacional de Río IV
Fac. de Agronomía y Veterinaria
Escuela de Posgraduación

**TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA-
PRODUCTIVA DE SISTEMAS
AGROPECUARIOS DE LA
REGIÓN CENTRAL DE LA PROVINCIA DE
CÓRDOBA ENTRE 1997 Y 2004**

Liliana T. Pietrarelli

Tesis

Para optar al Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental
Agropecuaria

Córdoba, 2009

**TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA-PRODUCTIVA DE
SISTEMAS AGROPECUARIOS DE LA
REGIÓN CENTRAL DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA
ENTRE 1997 Y 2004**

Liliana T. Pietrarelli

Comisión Asesora de Tesis

Director: Dr. Daniel M. Cáceres

Co Director: Ing. Agr. (M.Sc.) Héctor Leguía

Tribunal Examinador de Tesis

Ing. Agr (M.Sc.) Esteban E. Alessandria

Ing. Agr (M.Sc.) Horacio A. Gil

Dr. Luis Daniel Hocsman

Presentación formal académica: 8 de Abril de 2009
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Nacional de Córdoba



Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que de una forma u otra me apoyaron y contribuyeron a la realización de esta tesis.

A la Comisión Asesora en su conjunto y de manera especial a mi director Daniel Cáceres por su apoyo incondicional, por haberme guiado y estimulado en el desarrollo de este trabajo y principalmente por su amistad.

A Mónica Balzarini y a Cecilia Bruno por el asesoramiento estadístico y por transformar lo complejo en simple.

A mis compañeros del grupo de Agrodiversidad, por la experiencia compartida de trabajo en sistemas de producción en los últimos 10 años y por haberme permitido utilizar parte de la información recabada.

A mis compañeros del equipo docente de Observación y Análisis de Sistemas Agropecuarios por el apoyo y contención en todo el proceso.

A la Comisión Revisora de la tesis, por haber aportado sus ideas para la corrección y mejoramiento de la misma.

A la Junta Académica de la Maestría en Gestión Ambiental Agropecuaria por su compromiso y por alentarme para la finalización de este trabajo.

A la Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC por su colaboración

A los Productores rurales entrevistados por haberme recibido tan cordialmente y por compartir sus historias, su forma de trabajo y sus percepciones de la realidad agropecuaria.

A mis compañeros de la Maestría con los que compartí una etapa inolvidable de mi vida

A mi amiga Alicia Dominguez por el tiempo y dedicación que tuvo con mis hijas mientras cursaba la Maestría

A mi amigo Pablo Mazzini por su aliento permanente

A toda mi familia y en especial a mis hijas, por su estímulo, apoyo y comprensión en este largo proceso

A la memoria de mi padre y a mis hijas Malena, Lucía y Laura

RESUMEN

La presente tesis se propone caracterizar, analizar y evaluar las transformaciones tecnológico-productivas de sistemas de producción de la zona semiárida central de la Provincia de Córdoba (Argentina) y su vinculación con procesos estructurales que ocurrieron en la región en dos momentos con contextos socioeconómicos diferentes: las campañas 1997-1998 y 2003-2004. Se compararon un conjunto de variables e índices que permitieron comprender las transformaciones observadas en la estructura y dinámica de los sistemas estudiados y evaluar los principales procesos de cambio.

A partir de entrevistas semiestructuradas realizadas a 40 productores agropecuarios, se recabó información sobre la estructura de sus sistemas agropecuarios, el uso espacial y temporal de la tierra, el manejo del suelo, el tipo de control de factores bióticos adversos, el grado de utilización de insumos productivos y el destino de sus inversiones. Para la comparación de los dos momentos se utilizaron variables relevantes y se construyeron índices específicos, los que fueron analizados utilizando estadística descriptiva y técnicas multivariadas.

Los resultados sugieren que estos sistemas productivos han sufrido importantes cambios en su estructura y dinámica, los que se manifiestan a través de procesos de simplificación (i.e., disminución de número de rubros), intensificación (i.e., uso creciente de insumos productivos) y extensificación (i.e., aumento de la escala productiva). El mayor peso relativo de la agricultura constituye la principal transformación observada en su diseño productivo. Esto ocurrió en el marco de condiciones macroeconómicas que favorecían la agriculturización, en particular la expansión de la soja y el doble cultivo trigo-soja. Los cambios tecnológico-productivos fueron incorporados en forma diferencial según el grado de agriculturización que tenían las explotaciones durante la campaña 1997/98. Los sistemas mixtos fueron los que adoptaron más tardíamente el paquete tecnológico siembra directa-soja RR. No obstante, fueron los que más profundamente modificaron su diseño productivo. En los distintos tipos de sistemas estudiados se constató una marcada homogeneización productiva y una fuerte adopción del paquete tecnológico dominante.

Palabras claves. Cambios tecnológicos-productivos, sistemas productivos, estrategias productivas, agriculturización, intensificación, extensificación.

ABSTRACT

This thesis aims to characterize, analyse and evaluate the technological and productive transformations of farming systems located at the central-semiarid area of Province of Córdoba (Argentina); and their relationships with more global processes that occurred in the area in two periods with different socio-economic features: farming seasons: 1997-1998 and 2003-2004. A set of variables and indexes were developed and analysed in order to understand the changes on farms' structure and dynamics, and to evaluate the main socio-productive processes.

Using a semi-structured questionnaire, 40 farmers were interviewed. This allowed gathering information about productive-systems structure, spatial and temporal land use, soil management, weed and pest control, use of external inputs, and investment destination. The variables and indexes developed were used to compare the two moments studied and analysed using descriptive and multivariate statistics.

The main results suggest that the farming systems show important changes in their structure and dynamics. Simplification (i.e., decrease in the number of productive activities), intensification (i.e., increasing use of external inputs), and extensification (i.e., increase in farm size, or productive scale). These changes occurred within a macroeconomic scenario that favoured the expansion of agriculture, in particular soybeans cultivation and wheat-soybean double crop. The main transformation observed in the farms was the increase of the area devoted to grain crops. Technological changes were incorporated by farmers at a different pace, depending on the percentage of crop grains being cultivated in the 1997-1998. The adoption zero tilling and GMO seeds, takes place later in mixed production systems. However, these farms showed the greater transformations in their productive design. Farm homogenisation followed the principles of modern agriculture and the adoption of the dominant technological packages.

Keywords: Technological change, farming systems, farming strategies, agriculturization, intensification, extensification,

INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Las transformaciones del sector agropecuario	1
1.1.1.	El proceso de agriculturización en Argentina y en la Provincia de Córdoba	1
1.1.2.	Cambios tecnológicos que favorecieron el proceso de agriculturización	3
1.1.3.	Contexto en el que se producen las transformaciones tecnológico-productivas	6
1.1.4.	Relación del proceso de producción dominante con la sustentabilidad	14
1.2.	Hipótesis y Objetivos	18
1.2.1.	El problema de investigación	18
1.2.2.	Hipótesis	18
1.2.3.	Objetivos	19
1.2.3.1.	General	19
1.2.3.2.	Particulares	19
2.	METODOLOGÍA	20
2.1.	El marco de la investigación	20
2.2.	El trabajo de campo	20
2.2.1.	Descripción de la zona	20
2.2.2.	Momentos en que se realizó el análisis	23
2.3.	Descripción de los métodos utilizados	24
2.3.1.	Obtención de la información	24
2.3.1.1.	Momento 1	24
2.3.2.2.	Momento 2	24
2.4.	Sistematización de la información	26
2.4.1.	Planillas	26
2.4.1.1.	Índices y variables elaborados para caracterizar el uso de la tierra	26
2.4.1.2.	Índices y variables elaborados para caracterizar las intervenciones tecnológicas	28
2.4.1.3.	Caracterización tecnológica de rubros productivos	29
2.4.2.	Innovaciones tecnológicas	32
2.4.2.1.	Técnicas e insumos	32
2.4.2.2.	Maquinarias e instalaciones	32
2.5.	Análisis de datos	32

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1.	Caracterización general de los sistemas productivos	33
3.1.1.	Descripción general	33
3.1.1.1.	Porcentaje de agricultura	33
3.1.1.2.	Superficie del predio	35
3.1.1.3.	Tenencia de la tierra	36
3.1.1.4.	Mano de Obra	38
3.1.1.5.	Residencia	39
3.1.1.6.	Prestación de servicios como contratista	40
3.1.1.7.	Asesoramiento contable	41
3.1.1.8.	Asesoramiento agropecuario	42
3.1.1.9.	Participación en agrupaciones de productores	43
3.1.2.	Síntesis de los principales cambios observados en la caracterización general de los sistemas	44
3.2.	Análisis comparativo del uso de la tierra	44
3.2.1.	Patrones espaciales de uso de la tierra	45
3.2.2.	Patrones temporales de uso de la tierra	47
3.2.3.	Cambios en los rubros productivos	50
3.2.3.1.	Rubros agrícolas	50
3.2.3.2.	Rubros forrajeros	52
3.2.4.	Síntesis de los cambios en el uso de la tierra	53
3.3.	Análisis comparativo del manejo tecnológico	54
3.3.1.	Técnicas de manejo del suelo	55
3.3.1.1.	Siembra directa	55
3.3.1.2.	Unidad técnica arada	58
3.3.1.3.	Porcentaje de doble cultivo (trigo-soja)	59
3.3.1.4.	Porcentaje de pasturas implantadas.	59
3.3.1.5.	Porcentaje de barbecho invernal	60
3.3.1.6.	Rotaciones de cultivos:	60
3.3.2.	Control de factores bióticos adversos	61
3.3.2.1.	Herbicidas	61
3.3.2.2.	Insecticidas	61
3.3.2.3.	Fungicidas	61
3.3.2.4.	Índice de toxicidad	62
3.3.2.5.	Contextualización del cambio observado en el uso de agroquímicos	64

3.3.3.	Uso de fertilizantes	66
3.3.4.	Uso de semillas	67
3.3.5.	Cambios tecnológicos en el rubro principal	68
3.3.5.1.	Insumos	68
3.3.6.	Manejo Ganadero	71
3.3.7.	Síntesis de los cambios tecnológicos	71
3.3.8.	Efectos ambientales del manejo tecnológico dominante en el M2	72
3.4.	Destino de las inversiones	85
3.4.1.	Tierra	86
3.4.2.	Maquinarias	86
3.4.2.1.	Sembradora siembra directa	86
3.4.2.2.	Pulverizadoras	87
3.4.2.3.	Cosechadoras	88
3.4.2.4.	Contextualización de las inversiones en maquinarias	88
3.4.3.	Instalaciones	92
3.4.4.	Síntesis sobre el destino de las inversiones	93
3.5.	Análisis de variables que permiten diferenciar a los sistemas productivos	94
3.5.1.	Variables que permiten diferenciar SP en los dos momentos considerados	94
3.5.2.	Variables que permiten diferenciar tipos de SP en cada momento	98
3.5.3.	Variables que permiten diferenciar cada tipo de sistema entre momentos	101
4.	CONCLUSIONES	104
4.1.	Los procesos globales	104
4.2.	Los cambios en el diseño productivo	104
4.3.	Cambios en el manejo tecnológico	105
4.4.	Efectos ambientales de las transformaciones	107
5.	BIBLIOGRAFIA	109
	ANEXO I	122
	ANEXO II	132

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla	Descripción	Página
1	Ubicación zonal de los diferentes tipos de sistemas productivos (SA, SAC y SM) relevados	25
2	Escala de valoración de las distintas variables incluidas en la elaboración del Índice de toxicidad	30
3	Estadística descriptiva de las variables cuantitativas utilizadas en la caracterización general de sistemas productivos para los dos momentos. (*) valores p, prueba t apareada de diferencias entre las dos momentos (momento I: campaña 1997-1998 y momento II; campaña 2003- 2004)	33
4	Estadística descriptiva de las variables cuantitativas que caracterizan el patrón de uso de la tierra en los momentos considerados. (*) valores p, prueba t apareada de diferencias entre las dos campañas (1997-2004)	45
5	Valores de Riqueza para cada tipo de sistema en cada momento considerado	46
6	Valores de Diversidad de Simpson para cada tipo de sistema en cada momento considerado	47
7	Valores de Intensidad de uso para cada tipo de sistema productivo en los dos momentos considerados	47
8	Valores de Diversidad Temporal para cada tipo de sistema productivo en los dos momentos considerados	49
9	Estadística descriptiva de las variables utilizadas para la caracterización de los cambios tecnológicos en los dos momentos considerados. (*) valores p, prueba t apareada de diferencias entre las dos momentos (momento I: campaña 1997-1998 y momento II; campaña 2003- 2004)	55
10	ITSP (Índice de toxicidad por SP) por tipo de SP para los dos momentos considerados.	63
11	Valores de ITR por cultivo en cada momento considerado	63
12	Requerimientos de nutrientes (Kg) por Tn de materia seca producida para los principales cultivos	79
13	Aporte de nutrientes (Kg) por cada Tn de rastrojo de los principales cultivos	79

14	Balance de nutrientes (aporte-requerimientos) para los principales cultivos de la zona central de Córdoba (No se consideraron aportes por fertilizantes ni fijación biológica)	80
15	Pesos de variables en la conformación de los ejes (componentes principales) de representación de los SP en el M1	94
16	Pesos de variables en la conformación de los ejes (componentes principales) de representación de los SP en el M2	96
17	Funciones discriminantes para momentos. Pesos estandarizados	97
18	Tabla de clasificación cruzada para la evaluación de la función discriminante encontrada para M1 y M2. Tasa de error en la clasificación (total 5%)	97
19	Funciones discriminantes para tipos de sistemas en el M1. Pesos estandarizados	99
20	Tabla de clasificación cruzada para la evaluación de la función discriminante encontrada para tipos de sistemas en el M1. Tasa de error en la clasificación (total 7,5 %)	99
21	Funciones discriminantes para tipo de sistemas en M2. Pesos estandarizados	100
22	Tabla de clasificación cruzada para la evaluación de la función discriminante encontrada para tipo de sistema en M2. Tasa de error en la clasificación (total 0 %)	100

Figura	Descripción	Página
1	Mapa de zonas y áreas homogéneas de la Provincia de Córdoba	21
2	Mapa ubicación de las localidades en cuyas zonas rurales se desarrolló el trabajo de campo	25
3	Cantidad de sistemas productivos según tipo, en cada uno de los momentos analizados (campana 1997/98 y 2003/04). SA: sistemas agrícolas; SAC: sistemas agrícolas complementados; SM: sistemas mixtos	34
4	Número de predios según rango de superficie total en los momentos considerados	36

5	Porcentaje de productores según la relación de superficie predial propia y arrendada en los momentos considerados	37
6	Número de productores que contratan mano de obra temporaria en los momentos considerados	39
7	Número de productores según lugar de residencia en los momentos considerados	40
8	Número de productores que prestan servicios como contratistas en los momentos considerados	41
9	Número de productores que cuentan con asesoramiento contable	41
10	Número de productores según tipo de asesoramiento agropecuario con el que cuentan, Ocasional (si O), Permanente (si P), sin asesoramiento (no)	42
11	Número de productores que participan en organizaciones relacionadas con el sector agropecuario	43
12	Porcentaje de SP que mantienen cultivos de cosecha en su estructura productiva (M1-M2)	51
13	Porcentaje de SP que incorporaron cultivos de cosecha en su estructura productiva (M1- M2)	51
14	Porcentaje de SP que abandonaron cultivos de cosecha en su estructura productiva (M1-M2)	52
15	Porcentaje de SP que mantuvieron forrajeras en su estructura productiva (M1-M2)	52
16	Porcentaje de SP que incorporan forrajeras en su estructura productiva (M1-M2)	53
17	Porcentaje de SP que abandonaron forrajeras en su estructura productiva (M1-M2)	53
18	Rangos de porcentaje de superficie predial donde se implementa la SD en los dos momentos considerados	56
19	Proporción de superficie en SD y LC en el M1 en cada uno de los predios en estudio (en los casos que no se llega al 100% de la superficie corresponde a predios con superficie de monte)	56

20	Proporción de superficie en SD y LC en el M 2 en cada uno de los predios en estudio	57
21	Evolución de la superficie de SD en Argentina (1993- 2005) en millones de has. Elaboración propia en base a datos SAGP y A y AAPRESID	58
22	Número de productores que utilizan los distintos tipos de barbecho en los dos momentos considerados (Des: desnudo; SC: semicubierto; Cub: cubierto; Qco: químico; Nat: natural)	60
23	Evolución del consumo de herbicidas en Argentina desde 1998 al 2007	64
24	Evolución del consumo de insecticidas en Argentina desde 1998 al 2007	65
25	Evolución del consumo de funguicidas en Argentina desde 1998 al 2007	65
26	Evolución del consumo de fertilizantes de origen nacional y extranjero entre 1990 y el 2006	67
27	Número de Productores que implementan la fertilización de soja en los momentos considerados.	69
28	Número de Productores que implementan la inoculación de soja en los momentos considerados.	70
29	Distribución porcentual de la forma de acceso al uso de sembradora de siembra directa.	86
30	Distribución porcentual del momento de compra de la sembradora de SD.	87
31	Distribución porcentual del momento de la incorporación del cajón fertilizador en sembradoras de SD.	87
32	Número de SP según forma de acceso a los distintos tipo de pulverizadoras entre 1998 y 2003	87
33	Distribución porcentual de la forma de acceso a la cosechadora entre 1998 y 2003	88
34	Venta de tractores en Argentina (1991-2004). Elaboración propia a partir de datos del INDEC y CAFMA	89
35	Venta de sembradoras de SD en Argentina (1991-2004) Elaboración propia en base a datos del INDEC	90

36	Venta de cosechadoras en Argentina (1991-2004)Elaboración propia en base a datos del INDEC	91
37	Distribución porcentual de productores según destino de sus inversiones en instalaciones	92
38	Distribución porcentual de la época donde se producen las inversiones en instalaciones	92
39	Distribución porcentual de productores que realizan diferente número de mejoras en sus SP entre 1998 y 2003	93
40	Biplot del ACP para los sistemas productivos en el M1	95
41	Biplot de ACP para los sistemas productivos en el M2	96
42	Histogramas de frecuencia para los SP, según los valores de UTAs totales/ha, UTAs mecánicas/ha y UTAs químicas/ha para el M1 (fila superior) y para el M2 (fila inferior)	98
43	Representación de observaciones multivariadas en tres grupos SA (Agrícola), SAC (Agrícolas C) y SM (Mixto). Contornos corresponden a elipse de predicción	100
44	Representación de observaciones multivariadas en tres grupos SA (Agrícola), SAC (Agrícolas C) y SM (Mixto) en el M2. Contornos corresponden a elipse de predicción	101
45	Distribución de SA según los valores de UTAs totales/ha, UTAs mecánicas/ha y UTAs químicas/ha para el M1 y para el M2	102
46	Distribución de SAC según los valores de Diversidad de Simpson, % de SD total y % de doble cultivo para el M1y para el M2	102
47	Distribución de SM según los valores de porcentaje de barbecho invernol, porcentaje de soja y porcentaje de SD, para el M1 y para el M2	103

LISTA DE ACRÓNIMOS

AES: Agroecosistemas
C: Contenido de Carbono orgánico
CNA: Censo Nacional Agropecuario
COT: Contenido de carbono orgánico total
CRA: Confederaciones Rurales Argentinas
E: Índice de equitatividad de Simpson
EAPs: Establecimiento agropecuario
FAA: Federación Agraria Argentina
FBA: Factores bióticos adversos
H: Índice de diversidad de Shannon
INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IT: Índice de toxicidad del ingrediente activo del producto químico
ITPC: Índice de toxicidad de cada producto utilizado en el ciclo del cultivo
ITR: Índice de toxicidad de los agroquímicos utilizados por rubro
ITSP: Índice de toxicidad del sistema productivo
J: Índice de equitatividad de Shannon
LC: Labranza convencional
LCo: Labranza conservacionista
m.o: Mano de obra
M1: Momento 1 (campana 1997/98)
M2: Momento 2 (campana 2003/04)
MO: Materia orgánica
MS: Materia seca
N: Nitrógeno
P: Fósforo
S: Índice de diversidad de Simpson
SA: Sistema agrícola
SAC: Sistema agrícola complementado
SD: Siembra directa
SM: Sistema mixto
Soja RR: Soja transgénica resistente al glifosato
SP: Sistema productivo
S.R.A.: Sociedad rural Argentina
SRA: Suelos con rotación agrícola
SRAG: Suelos con rotación agrícola-ganadera
UTA: Unidad técnica arada

1. INTRODUCCIÓN

A fin de enmarcar el tema en estudio, se realiza a continuación una descripción de las principales transformaciones socioproductivos que ocurrieron en nuestro país durante las últimas décadas. A tal fin se analiza el proceso de agriculturización, los cambios tecnológicos que caracterizaron dicho proceso, su vinculación con situaciones económicas y políticas globales, y la relación existente entre los cambios tecnológico-productivos observados y la sustentabilidad. Luego, se explicita el problema en torno al cual se desarrolla esta investigación, para finalmente hacer referencia a las hipótesis y objetivos propuestos.

1.1. Las Transformaciones del Sector Agropecuario

1.1.1. El proceso de agriculturización en Argentina y en la Provincia de Córdoba

La Argentina ha sufrido en las últimas décadas un proceso de agriculturización que toma distintas particularidades según los momentos históricos, los cuales estuvieron asociados a situaciones contextuales de tipo socioeconómicas nacionales e internacionales y a transformaciones tecnológicas.

En general, agriculturización significa desplazamiento de la ganadería bovina en favor de la agricultura, reemplazando la tradicional combinación o alternancia entre agricultura de granos y ganadería bovina, por el desarrollo de una agricultura permanente (Ravinovich y Torres, 2004). En nuestro país este proceso se asocia a cambios tecnológicos que favorecieron tanto a la intensificación productiva de la zona pampeana como a la expansión de la frontera agropecuaria hacia regiones extra-pampeanas. Por lo tanto la agriculturización se consolida primero en la pampa húmeda y en los años '70 este proceso se extiende desde la pampa hacia otras ecoregiones (especialmente a las Yungas, el Gran Chaco y el Espinal) (Navarrete et al., 2005).

En la pampa húmeda este proceso adoptó diferentes características a lo largo de su evolución. Hasta finales de 1930 la expansión de la agricultura estuvo basada fundamentalmente en la ampliación de la frontera agrícola por ocupación de nuevas tierras, mientras que a partir de los años '60 hasta el presente, se produce a expensas de la superficie dedicada a ganadería extensiva o a sistemas mixtos (Rabinovich y Torres, 2004).

Según Casas (2000) entre 1940 y fines de 1960 debido a la vigencia de un modelo mixto de explotación de la tierra, se produce en esta zona un período de "recarga ecológica". Las pasturas perennes como la alfalfa y la ganadería restituían la materia orgánica del suelo y le devolvían el nitrógeno exportado con los granos, además de restituir las condiciones físicas del suelo. Se alternaban 5 a 6 años de pastura, con la producción de granos manteniendo una buena productividad. La ganadería era casi tan rentable como la agricultura y los precios relativos del trigo y de la carne determinaban cuanta superficie se dedicaba a una u otra actividad. Este sistema adoptado por razones económicas y sociales, resultó ser una solución conservacionista y sustentable (Solbrig y Morello, 1997). A partir de la década del setenta se produce una extraordinaria transformación en el uso del suelo de la región Pampeana, a través de un acelerado

proceso de agriculturización desplazando alrededor de 5 millones de hectáreas de uso ganadero a la agricultura. Esto produjo la desaparición del ciclo ganadero-agrícola en un enorme territorio, con la pérdida de la restitución natural de la fertilidad y el levantamiento de la infraestructura ganadera que hizo muy difícil un retorno de la agricultura continua a la agroganadería (Morello y Marchetti, 1995).

El proceso de agriculturización de la Región Pampeana tuvo un efecto negativo en las regiones extrapampeanas, ya que se trasladaron capitales, conocimientos, tecnologías de producción y también parte de la producción de carne (Morello et al., 2005; Pengue, 2005). En una primera etapa se produjo el desplazamiento de la ganadería de la zona núcleo pampeano a estas zonas, como parte del proceso de expansión de la frontera agropecuaria a regiones semiáridas y áridas del país. Sin embargo en los últimos años se ha producido en las regiones extrapampeanas un considerable aumento de la superficie destinada a cultivos agrícolas de exportación, debido a la incorporación de tierras por el desmonte de ecosistemas nativos y por el reemplazo de la ganadería y de otros cultivos regionales (Navarrete y Gallopín, 2007).

Es decir que el patrón de cambio en el uso del suelo fue diferente según las regiones y la evolución del proceso de agriculturización. Al respecto, Paruelo et al., (2006), plantean que en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, este cambio se realizó en función del reemplazo de cultivos perennes por cultivos anuales, mientras que en las provincias del norte y buena parte de Córdoba la expansión de cultivos anuales implicó el reemplazo de la vegetación natural.

En el caso de la Provincia de Córdoba hay que realizar una clara diferenciación entre la zona noroeste y la zona central y sudeste donde la dinámica de los cambios fue diferente a lo largo del tiempo. La Provincia de Córdoba a principios del siglo XX tenía el 75% de su superficie cubierta de bosques nativos, lo que comúnmente se denomina monte. Para el 2000 ya se había perdido el 85% de esa vegetación natural y el porcentaje aumenta progresivamente. Ya en 1960 los bosques nativos sólo se restringían a la zona norte y noroeste de la provincia donde en un período de 30 años (1969-1999) alrededor de 1,2 millones de hectáreas de bosques fueron convertidas en cultivos, campos de pastoreo, bosques bajos o matorrales (Zak y Cabido, 2005). En esta zona, la agriculturización se da a partir de la década del noventa en el llamado proceso de pampeanización cuyo eje es la difusión masiva del paquete tecnológico de la siembra directa y soja transgénica. Este concepto significa pensar y actuar como si los paquetes tecnológicos y los tipos de uso de suelo fueran intercambiables entre ecoregiones muy diferentes y todo lo que se hace en el ámbito rural pampeano se pueda hacer en el Chaco con las mismas consecuencias ambientales (Morello et al., 2005).

En la zona central de Córdoba, el proceso de agriculturización tuvo un rasgo similar a lo ocurrido en la pampa húmeda. Si bien se ha realizado un reemplazo casi total de la vegetación natural, que corresponde al bosque del Espinal del cual permanecen en distinto grado de intervención menos de 150.000 has (Montenegro et al., 2002), los cambios en el uso de la tierra se han producido principalmente por una disminución de la superficie destinada a ganadería (carne y leche).

En la Provincia de Córdoba, en los últimos 30 años (1970 al 2002), se ha producido un aumento del 183% de la agricultura frente a una disminución del 35% de la ganadería. (Martelloto et al., 2003).

Este proceso se hace evidente al comparar los datos intercensales en la provincia de Córdoba (1988-2002) donde se observa a nivel superficie, un aumento del 111% de oleaginosas y del 46% de cereales y una disminución del 41% de forrajeras anuales, de 25% de forrajeras perennes y del 12 % de bosques y/o montes con una reducción del 14% de la existencias bovinas. (INDEC, 2002). La expansión de la agricultura específicamente se manifiesta en un crecimiento principalmente de la superficie de soja y maní, un relativo aumento del área de maíz y de la de trigo, y una disminución notable de la superficie de sorgo.

El área que compete a este estudio según la Zonificación Regional de Córdoba (INTA-SMAGyRN, 1987) corresponde a la zona homogénea II, que incluye los Departamentos Río Segundo, Tercero arriba y parte de Santa María. Durante el período intercensal en esta zona, se produce una fuerte sustitución de sistemas ganaderos y mixtos, por sistemas agrícolas, disminuyendo los planteles ganaderos en un 26%. Dentro los sistemas agrícolas y mixtos se observa un reemplazo de cultivos tradicionales como el maní que sufre una disminución del 76% y se produce un notable incremento de la superficie implantada con soja en combinación con trigo cuyo aumento llega al 1319 % y de soja de primera con un 112% (Hocsman y Preda, 2006).

El incremento en la producción de oleaginosas a nivel de la provincia y del país tiene como protagonista fundamental al cultivo de soja que ha tenido una evolución sin precedentes. A nivel nacional en la campaña 1970-1971 sólo se sembraban 37.700 has de este cultivo, en la campaña 1996-1997 más de 6.000.000, duplicándose la misma en el 2002-2003 con 12.500.000 has y llegando a la campaña 2003-2004 con 14.500.000 has (SAGyP, 2004).

Esta expansión fue estimulada por el dinamismo de la industria aceitera y de los sectores comerciales que vieron en la soja y en las condiciones agropecuarias pampeanas, óptimas posibilidades de obtención de renta. Este proceso se ve reflejado entre 1988 y 2002 por un aumento del 60% de la superficie destinada a soja en el área pampeana, 86,5% en el Noreste (NEA) y 138,5% en el Noroeste (NOA). Produciéndose una reducción importante de otras actividades agropecuarias como la producción bovina de carne, tambos, porcinos, algodón, frutales, cultivos industriales y productos básicos de la dieta argentina como arvejas, lentejas y porotos, eliminando de esta forma la diversidad productiva (Teubal, 2003). Así, nuestro país que históricamente se caracterizó como proveedor de carnes y cereales para la economía mundial y también como productor de alimentos básicos de consumo masivo en el orden económico interno a través de las producciones pampeanas y extrapampeanas, hoy aparece como país aceitero y productor de harinas para alimentos de animales, y con graves amenazas de su soberanía alimentaria (Ravinovich y Torres, 2004, Pengue, 2004).

1.1.2. Cambios tecnológicos que favorecieron el proceso de agriculturización

El proceso de agriculturización en la Argentina se enmarcó en un conjunto de cambios tecnológicos a los que se refiere generalmente como “modernización agropecuaria”, fundados en el modelo de la llamada Revolución Verde. Bajo esta concepción se utilizaron paquetes tecnológicos generales y universales destinados a maximizar el rendimiento de los cultivos bajo una amplia gama de situaciones ecológicas. La idea era modificar el ambiente a través de insumos adecuándolo al genotipo para que este

pueda expresar todo su potencial de rendimiento (Sarandón, 2002). Por lo tanto, estas tecnologías generan ambientes artificiales cada vez más alejados de su condición natural, a través del uso de paquetes bio-químicos, manejo intensivo, riego y equipo agrícola dependiente de combustibles fósiles. Esto trae aparejado un alto consumo de energía, elevado uso de insumos químicos, favorece la uniformidad genética, aumenta los requerimientos de agua y maquinaria con mayor capacidad de trabajo. Este es un modelo apoyado principalmente en tecnologías de insumos o sea tecnologías de tipo material, tangibles, que se pueden comprar en el mercado y por lo tanto tienen un costo económico (Viglizzo, 1994b).

Según Sonnet et al. (1996) los cambios tecnológicos experimentados en Argentina desde fines de la década del cincuenta se pueden caracterizar por diferentes etapas identificadas por la difusión de una determinada innovación. Así en la década del '60 las adopciones más importantes fueron la tractorización y la mecanización de las tareas agrícolas; en los años setenta los avances tecnológicos más impactantes se produjeron en el área de la genética con la difusión de semillas híbridas de maíz, girasol y sorgo granífero y nuevas variedades de trigo y soja. En el caso del trigo se desarrollaron variedades de ciclo corto que permitían su combinación con la soja en doble cultivo. Las primeras producciones significativas de soja datan de mediados de los años 70 y se ubican en la zona este de Córdoba y sur de Santa Fe, en clara competencia por tierras dedicadas casi con exclusividad al cultivo del maíz (Bisang y Sztulwark, 2006).

En esta misma época también se produce una fuerte incorporación de agroquímicos representados por insecticidas y herbicidas, destacándose la utilización de estos últimos debido al cambio sustancial en el control de malezas, reemplazando en forma parcial o total su control mecánico por el químico. Hasta ese momento el uso de agroquímicos no había sido imprescindible por la alternancia de la ganadería con la agricultura y por la planificación de rotaciones de cultivos, que hacía que la presión de plagas fuera muy baja. En la década del setenta la incorporación de paquetes tecnológicos (combinación de agroquímicos, fertilizantes, semillas híbridas) intensifica el uso de la tierra, elevando su productividad y provocando el proceso de agriculturización analizado en la pampa húmeda. En ese momento se produce una transformación del esquema de funcionamiento pasando de un desarrollo equilibrado de la ganadería y agricultura a uno asimétrico, mucho más especializado y comprometido con esta última (Gorenstein y Peri, 1990).

La intensificación agrícola en esta época se realizó en base a labranzas convencionales que favorecieron los procesos de degradación de los suelos con un progresivo deterioro de la capacidad productiva, incremento de los riesgos de sequía, erosión, mayores costos de producción y descenso de los rendimientos en tierras degradadas, manifestándose con mayor intensidad en las zonas más frágiles por ejemplo aquellas que presentan condiciones de semiaridez (Casas, 2000). El esquema de manejo de suelo fue variando a lo largo del tiempo. Es así, que en un primer período, la labranza convencional con la utilización del arado de reja y vertedera fue la dominante, hasta que se empezaron a percibir los problemas de degradación de suelos mencionados. Estos, alcanzaron una muy importante magnitud, por lo que fue necesario aumentar la protección de los suelos utilizando implementos que no invirtieran totalmente la capa superficial y dejaran expuesto el suelo a agentes erosivos como el agua y el viento. En ese marco a partir de la década del ochenta se comienza a disminuir el número de pasadas de implementos y a utilizar la labranza vertical y mínima con el uso del arado

de cincel o rastra de doble acción. A fines de la década del ochenta y principios del noventa se comienza a difundir la técnica de la siembra directa. Aunque esta técnica comienza a ser probada en los '70, toma impulso a partir de 1990 con la aparición de herbicidas más específicos y maquinarias de siembra más adecuadas. Por otro lado el reemplazo de la roturación convencional por la siembra directa (SD) favoreció la conservación del suelo al mantener la cobertura vegetal, facilitando el manejo de humedad de los suelos e impulsando adicionalmente el doble cultivo (trigo-soja).

Las posibilidades de adopción de la siembra directa se ven muy favorecidas a partir del año 1996 donde se produce la introducción de la soja transgénica (soja RR conocida como Roundup Ready, marca registrada de la multinacional Monsanto) que es resistente al herbicida glifosato, convirtiéndose en una tecnología de mayor facilidad y una solución de menor costo al principal problema de esta técnica que era el control de malezas. El paquete tecnológico de la siembra directa quedaba entonces conformado junto a las variedades de soja transgénicas y al herbicida glifosato (Craviotti, 2002). Este tipo de sistema de labranza tuvo una aceptación muy grande entre los productores zonales ya que por un lado mitigaba los problemas graves de deterioro de los suelos y por otro resultaba una técnica que al reducir el número de labores implicaba un menor costo y tiempo operativo. El parque de maquinarias en este esquema productivo se restringió entonces a la sembradora de SD, pulverizadoras de arrastre o autopropulsadas y cosechadoras.

En el país se pasa de producir un 1% en SD en la campaña 1988-1989 del total de la superficie sembrada de soja, a un 36% en el ciclo 1995-1996 (previo a la liberación de la soja RR) y a un 77% en el ciclo 2001-2002, totalizando casi 9 millones de has, mientras que la adopción de la soja RR pasa del 1% en el ciclo 1996-1997 al 95% al 2002-2003 (Bisang y Sztulwark, 2006).

Los primeros desarrollos de semillas transgénicas resistentes al glifosato se centraron en una variedad de soja altamente compatible con las condiciones imperantes en el denominado cordón maicero argentino. Esta nueva semilla contiene un gen resistente al mencionado herbicida que, incorporado a la semilla de soja, da como resultado una planta resistente al mismo. El avance de la biotecnología en este caso está centrado en la introducción de modificaciones genéticas que afectan el proceso de producción (resistencia a determinados biocidas, desarrollo de resistencias a insectos, etc.) con impactos directos sobre los costos de producción pero también en el plano de la seguridad alimentaria y de la preservación de la biodiversidad. En todos los casos, el desarrollo original fue efectuado en el exterior, mientras que localmente, se hicieron los ensayos de adaptación de acuerdo con las normas regulatorias argentinas (Bisang y Sztulwark, 2006).

Compatible con el uso de semillas transgénicas y en el marco de la configuración de un nuevo paquete tecnológico, la oferta de fertilizantes y herbicidas cobra un marcado dinamismo. En consecuencia, la adopción del nuevo paquete tecnológico acrecienta el uso de insumos industriales por parte de los agricultores, por lo que este período es conocido como de "intensificación" productiva" (Pizarro, 2003).

En el caso específico de la soja, el problemático manejo de malezas en la soja convencional así como su elevado costo (que en algunos casos llegaba al 40% de los costos productivos), contribuyeron a que los productores agropecuarios se manifestaran

desde un principio favorables hacia la adopción del paquete semilla transgénica y herbicida glifosato, que simplifica las tareas y disminuye los gastos de control (Pengue, 2002).

Las condiciones particulares de la década de los años noventa marcaron una tendencia creciente al uso de agroquímicos, aunque su evolución no fue homogénea entre productos, estando el mercado principalmente concentrado en los herbicidas que para el año 2000 representaban el 80% del volumen comercializado de agroquímicos. En segundo lugar se ubicaban los insecticidas y por último los fungicidas y curasemillas. A partir de la campaña 1997-1998 se reforzó el uso de determinados productos en consonancia con el mayor peso que las semillas transgénicas fueron teniendo en el esquema productivo y en función de las actividades más dinámicas del sector como son principalmente la soja, el trigo y maíz (Bisang, 2003).

El consumo de fertilizantes en nuestro país sólo se circunscribía en las décadas del setenta y del ochenta, al uso principalmente de urea para la producción de trigo. Los cambios operados en los noventa dieron como resultado un incremento en la demanda de estos productos aunque centrados en los cultivos de trigo y maíz y en menor proporción en soja. En el caso de trigo se pasó de fertilizar a principios de la década del '90 un 25% de la superficie sembrada pasando a un 85% a principios del 2000.

El dinamismo en el sector agropecuario se explica principalmente por el crecimiento en la producción de soja y en menor grado por el trigo y maíz. Según Teubal (2003) el aumento de la producción agrícola se debió en el caso del maíz a un aumento de su productividad mientras que para la soja se debió fundamentalmente a la incorporación de nuevas superficies. La soja fue el cultivo sobre el que se apoyó, desde la década de los ochenta, pero especialmente a partir de los noventa, la agricultura continua y el proceso de agriculturización al que se hizo referencia. La transformación en el uso de la tierra se produjo en consonancia con los cambios tecnológicos, potenciados a partir de mediados de la década del '90 por la difusión masiva del paquete tecnológico de la SD que produjo un proceso de sojización en las zonas pampeanas reemplazando a otros cultivos como el maíz y maní en la provincia de Córdoba y al proceso de pampeanización en las zonas extrapampeanas reemplazando principalmente bosques y cultivos de importancia regional.

1.1.3. Contexto en el que se producen las transformaciones tecnológico-productivas

Los cambios tecnológicos consolidados en la década del 90' que profundizaron el proceso de agriculturización producido desde la década anterior, y que adquiriera un rasgo diferencial al apoyarse en la especialización productiva en un solo rubro, se llevaron a cabo en una coyuntura económica particular. El modelo tecnológico dominante llamado también "agricultura industrial" se sustentó como se había planteado en cultivares de alto rendimiento (híbridos y variedades transgénicas) e implicó un mayor empleo de bienes e insumos industriales (tractores, equipos, combustibles, fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, vacunas), acrecentando la necesidad del capital como factor decisivo del proceso productivo.

Este periodo se caracteriza por la profundización de un modelo neoliberal de ajuste estructural (privatizaciones, apertura al exterior y desregulación) enmarcadas en el plan

de convertibilidad implementado desde 1991 y políticas sectoriales agropecuarias que llevaron a la concentración de producción, capital y tierra, reforzando la dependencia económica y tecnológica del país (Azcué Ameghino, 2002; Díaz- Ronner, 2005; Giarraca y Teubal, 2006).

Para Azcué Ameghino (2002) las principales medidas que afectaron la evolución del agro argentino fueron: a) establecimiento de un tipo de cambio a la paridad un peso igual a un dólar; b) rediseño de la política impositiva (i.e., reducción y/o eliminación de derechos a la exportación e importación); c) desregulación de los mercados, liquidación de las Juntas Nacionales de carnes y granos y cuasi eliminación de las políticas activas de intervención estatal en la economía agraria; d) incrementos en los fletes (peajes y aumento de los precios del combustible), y privatización de los puertos; e) relativa oferta de crédito bancario y extrabancario para la producción agropecuaria; f) libertad total en los plazos y condiciones de los contratos de arrendamiento, aparcerías rurales y contratos accidentales; y g) liquidación de conquistas laborales y precarización del empleo de los trabajadores y obreros rurales.

Estas medidas afectaron la dinámica de la agricultura Argentina y tuvieron consecuencias que marcaron esa década desde el punto de vista productivo, económico y social. A partir de la puntualización realizada por Azcué Ameghino (2002) y en función de remarcar los puntos fundamentales que influyeron en el cambio de estructura y dinámica de los sistemas productivos de la zona pampeana y particularmente de la zona central de Córdoba, se desarrollaran algunos de ellos con el fin de analizar el contexto en el cual se produjeron estas transformaciones.

Uno de los cambios fundamentales fue la paridad cambiaria fija, que generó un proceso de dolarización creciente de la economía y una significativa sobrevaluación del peso respecto del dólar. El tipo de cambio estuvo asociado a un dólar barato que permitió junto a la eliminación al derecho a la importación, la incorporación de bienes e insumos industriales favoreciendo la adopción de nuevas tecnologías importadas (como la utilización de variedades de semillas mejoradas, fertilizantes y maquinarias extranjeras), pero perjudicando por otro lado, la producción de maquinarias e insumos locales. A modo de ejemplo, la adquisición de productos fitosanitarios tuvo un crecimiento importante incrementándose el valor de las ventas en un 120% de 1991 al 1996. Otro punto crítico donde se agudizó la dependencia externa de insumos clave fue la provisión de semillas (soja RR, maíz Bt), donde las corporaciones extranjeras ejercieron un control absoluto. Esto fue potenciado por el vaciamiento y desfinanciamiento del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y por el insuficiente desarrollo biotecnológico nacional. Otra de las consecuencias de la sobrevaluación del tipo de cambio fue el bajo precio que los productores obtenían por su producción, traduciéndose esta situación en sucesivas quejas de las diferentes entidades gremiales del sector. Al respecto, la entidad rural CONINAGRO; calculó en 1997 que la paridad cambiaria equivalía a un impuesto superior al 40% del valor de la producción (Isla, 2003).

Sin embargo, la parcial eliminación de los impuestos a la exportación (retenciones) implicaba que los productores pudieran percibir por sus productos el precio del mercado mundial menos los costos de comercialización interna y externa. Los productores rurales tenían la percepción de acceder a un ingreso pleno, lo que se asoció a la obtención de mayor rentabilidad, que junto con el incremento de la productividad por

hectárea determinada por la adopción de innovaciones tecnológicas, reflejó una tendencia al incremento de la producción nacional (Azcuy Ameghino, 2002). Esta estuvo apoyada en un aumento del volumen producido, los cuales para el 2001 registraron un incremento del 64% respecto a 1993 y al aumento de la superficie cultivada, la que se incrementó en un 45% para ese mismo período (Ghezan et al., 2001).

Se crearon además nuevos impuestos directos (el impuesto a la ganancia mínima presunta) y otros indirectos (como los que actúan sobre el gas oil o sobre los créditos bancarios) que aumentaron la presión impositiva sobre el productor. A esto se suma la eliminación del mínimo no imponible del impuesto a las ganancias que gravó en mayor medida a los pequeños y medianos productores y la suba de la tasa del impuesto al valor agregado (IVA) al 21%, evidenciando el carácter altamente regresivo de la política impositiva implementada (Giarraca y Teubal, 2006).

El costo del transporte estuvo asociado al precio del gasoil que mantuvo una tendencia a la suba durante todo el período, favorecida tanto por la presión impositiva sobre los combustibles como por la alta concentración del sector a partir de la privatización de YPF y la entrega de todos los yacimientos y refinerías del estado. A esto se suma la concesión del manejo de las rutas y de los puertos que implicó el pago de altos peajes por parte de los usuarios, elevando aún más los costos de transporte (Martínez Dougnac y Tort, 2002).

La desregulación de la economía se produjo a través de la desactivación de una red institucional que había regulado durante seis décadas la actividad económica. Se disolvieron mercados de concentración, institutos de investigación (el INTA fue reestructurado), la junta nacional de granos, la junta nacional de carnes, la dirección nacional del azúcar, etc. Al eliminarse estas juntas, automáticamente desaparecieron los regímenes que garantizaban precios sostén a los diferentes productos primarios, convirtiendo al sector agropecuario argentino en uno de los más desregulados del mundo; y sujeto a los vaivenes de la economía mundial (Giarracca et al., 2001).

En la política crediticia de este período tuvieron un rol importante los bancos públicos (nacionales y provinciales), que otorgaron el 70% de los créditos que recibió el sector agropecuario. Sin embargo para atraer al circuito financiero capitales externos se necesitaban altas tasas de interés, las cuales crecieron con las sucesivas crisis hasta llegar a intereses del 5% mensual en un contexto de inflación cero. Esto afectó especialmente a los pequeños y medianos productores que no pudieron acceder a líneas de crédito "blandas", y mucho menos a endeudarse en el exterior debido a los requisitos mínimos que los bancos internacionales exigían (en concepto de garantías, solvencia, etc.). A pesar de estas restricciones, muchos de ellos se endeudaron lo que se transformó en un factor de arrastre que impidió que estos productores pudieran aprovechar los efectos del ciclo de precios alto y capitalizar sus sistemas productivos (Lattuada, 2000).

Como bien se señala con anterioridad, este período se caracterizó por una modernización tecnológica del agro argentino, logrando un aumento de la productividad de los principales cultivos y de la producción global. Sin embargo, en esta década se produjo la mayor crisis del sector debido a una concentración cada vez más marcada de la producción, de la tierra, del capital y del mercado. Al respecto, Seifert (2001) formula una pregunta clave: ¿cómo se explica la paradoja que ocurre en la zona pampeana donde

se duplica la cosecha y exportación de granos con inversión e incorporación de tecnología, y al mismo tiempo se produce concentración económica y el empobrecimiento y/o expulsión de pequeños y medianos productores?.

Este proceso de ajuste estructural, junto con el avance productivo tecnológico, produjo un cambio en la estructura socioeconómica a través de la polarización social. Los datos censales del 2002 permiten claramente observar esta tendencia ya que para ese año se registran 318 mil explotaciones agropecuarias en el país, que ocupan una superficie de 171 millones de hectáreas, mientras que en el censo anterior se registraron 378 mil, lo que muestra una disminución del 24,5% en el número de explotaciones. Asimismo, aumentó 28% el tamaño promedio de las explotaciones agropecuarias para alcanzar 538 hectáreas, 68 más que en 1988 con 470 has (Teubal, 2003), lo cual refleja la desaparición de un gran número de explotaciones siendo las de menos de 200 has las más desfavorecidas (Reboratti, 2005).

Una de las explicaciones a esta situación la plantea Peretti (1999) en un estudio sobre competitividad de la agricultura pampeana en los '80 y '90, donde si bien se verifica un moderado aumento de la productividad de la tierra, el margen bruto total por hectárea sólo se incrementó un 5%, con un aumento de la superficie implantada, lo que relativiza el aumento del margen bruto total. El ingreso neto no registra grandes variaciones (aumenta \$ 10/ha, equivalentes al 5,8%). Según este autor esto no permite explicar las transformaciones en la estructura agraria, con la desaparición de miles de unidades productivas pequeñas y medianas, la quiebra de numerosas cooperativas agrícolas y las transformaciones que tienen lugar en las empresas que subsisten, donde la mayoría , procuran aumentar la escala y la intensificación de la producción para sostenerse y eventualmente crecer. La explicación se basa en el desarrollo asimétrico de los precios mayoristas y minoristas durante la convertibilidad (los primeros aumentaron entre 1991 y 1998 alrededor del 10% y los segundos el 52%), produciendo un cambio de los precios relativos, reduciendo la capacidad de compra minorista (ingreso familiar). Disminuyendo en 49,1% sus ingresos reales por hectárea en el período 1992-1998 en relación con el período 1982-1988. Esto permitiría explicar por qué muchos de los sistemas productivos de menor tamaño desaparecen y otros que vieron decaer su ingreso real a partir de la convertibilidad, utilizaron la estrategia de aumentar considerablemente la superficie trabajada a través del alquiler de tierras, incrementando la productividad de los factores fijos y utilizando como principal herramienta tecnológica la siembra directa. Estos productores recuperaron los niveles de ingreso real que percibían en la década del 80 recién cuando cuadruplicaron la superficie trabajada. Esta estrategia sólo podía ser llevada a cabo por productores con alta capacidad de gestión empresarial, acceso fluido a la tecnología y al crédito. Este autor ejemplifica este proceso haciendo referencia a 8 productores que pudieron incrementar su escala de producción con la desaparición de 153 establecimientos de tamaño medio en la zona de influencia de Marcos Juárez. Esto lleva a plantear que la evolución de los precios internacionales de los granos y el cambio en la relación de los precios relativos de la economía, obligaban a una explotación familiar agrícola a obtener una producción que estaba por encima del promedio que poseía la gran mayoría de ellas (Lattuada, 2001).

Otro de los factores que contribuyó a profundizar la situación de crisis de estos productores fue la competencia por el alquiler de tierras y la consiguiente subida de su valor de compra y canon de arrendamiento. Los valores de la tierra prácticamente se duplicaron en una década en las distintas áreas de cultivo de la región pampeana y en

consecuencia también aumentaron las cantidades pagadas por su uso (Azcuay Ameghino, 2002; Rodríguez y Arceo, 2006; Lattuada, 2000). Muchos productores ante la necesidad de aumentar su escala productiva debido a la caída de sus ingresos, aceptaron valores de arrendamientos a los cuales era imposible hacer frente como no fuese con rendimientos y precios agrícolas excepcionales. Esto llevó en muchos casos a recurrir al endeudamiento bancario, ya sea para acceder a tierras o para integrarse a un modelo tecnológico cada vez más intensivo que requería una creciente disponibilidad financiera para el desarrollo de las actividades productivas (Lattuada, 2001; Navarrete, et al., 2005). Esto aumentó la vulnerabilidad de los pequeños productores ante cualquier acontecimiento de coyuntura negativa. Muchos de los pequeños y medianos productores de la región pampeana al ser propietarios de su tierra podían ofrecer garantías hipotecarias, pudiendo acceder a los créditos para lograr como se planteó anteriormente un aumento de escala o a la incorporación de tecnología logrando la famosa “reconversión productiva”. Mientras los precios internacionales de los granos fueron favorables¹ y hasta 1995, muchos creyeron que podían lograr los objetivos fijados, pero, a partir de la disminución de los precios internacionales, los intereses de las deudas las convirtieron en virtualmente impagables. Esto transformó al crédito en una herramienta que tradicionalmente era considerada de crecimiento, en un factor de empobrecimiento y expulsión del medio rural. Se considera que hacia fines del año 1999 los agricultores argentinos registraban un endeudamiento cercano a los 6.000 millones de dólares con el sistema financiero, del cual el 60 al 70% eran con la banca oficial. A ello se suma la deuda comercial con empresas de abastecimiento de insumos estimada en 3.000 millones de dólares. Frente a esto, muchos de los que tomaron créditos perdieron sus tierras o vendieron sus campos y otros la cedieron en arrendamiento por una renta que les permitiera vivir en algún poblado donde complementaban sus ingresos con trabajos informales o con empleos de sus esposas e hijos (Giarraca y Teubal, 2006; Cloquell, 2003; Grass, 2006).

Como contrapartida a la reducción de las pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias, se consolidaron las grandes. Según Lapolla (2005) este fenómeno de concentración resulta evidente cuando se analiza en cifras del 2002 donde se registra que el 49,7% de la tierra cultivable es trabajada por sólo 6.900 familias o empresas, cifra que prorrateada a una familia tipo manifiesta que casi 28.000 personas son propietarias de la mitad de las tierras cultivables de la región pampeana. Vinculada con la expansión de estas grandes explotaciones, aparece y se difunde en la región pampeana una nueva forma de organización de la producción a través de grandes explotaciones no propietarias de tierra, bajo la forma de fondos de inversión o grupos de siembra (los primeros constituyen una figura jurídica específica y alcanzan gran envergadura; los segundos, son agrupaciones más circunstanciales, regidos por convenios privados.). Son empresas que manejan grandes volúmenes de producción, avalados por contratos eventuales, operados por técnicos agrarios y administrados por consultoras privadas (Teubal, 2003). La caída en la rentabilidad y el endeudamiento determina la cesión de los predios a estos nuevos actores económicos en la actividad agrícola (Souza Casadinho, 2004). El cese de actividades de un número importante de productores implicó su migración en condiciones de bajos ingresos a los centros

¹ En la década del 90' para el caso de la soja en particular se produce un aumento del precio por tonelada desde el año 1992/93 hasta la campaña 1996/97 a partir de la cual los precios internacionales sufren una importante caída hasta el año 2001 (Peretti, 2005).

urbanos, donde la desocupación imperante, no permitió una reinserción laboral de las familias (Azcuy Ameghino, 2002).

A esto se le debe sumar que los cambios tecnológicos implementados especialmente a través del paquete tecnológico de la siembra directa disminuyeron considerablemente la ocupación de mano de obra al producir una reducción en los trabajos operativos. Al respecto se señala que en la labranza convencional se requieren 3 horas hombre/ha, mientras que en la SD 40 minutos hombre/ha. Esta reducción implica la pérdida de 4 de cada 5 puestos de trabajo (Botta y Selis, 2003). Esta fuerte disminución del trabajo agrícola produce una relocalización de estos trabajadores como población marginal en localidades rurales o grandes ciudades. Estos, al no poder ser absorbidos por una industria en crisis constituyen un núcleo de desocupados, aumentando los niveles de pobreza del país. Los principales sectores afectados son por lo tanto los trabajadores rurales, los pequeños y medianos productores.

Después de la cosecha record de 1997-1998, donde se produce el crecimiento más alto de la década del 90' que fue del 9%, la economía argentina entra en franca recesión con caídas del PBI del 5% en 1999, en un contexto de fuerte proceso de endeudamiento, des-industrialización y extranjerización de la economía argentina, produciendo una drástica contracción real en la producción de bienes y servicios (de Freijo et al., 2003). En el caso del sector agropecuario, éste se desempeñó en forma creciente hasta 1999, momento en que se produce una fuerte desaceleración, como respuesta a un nivel de precios internacionales deprimidos, producto de un marco de recesión económica mundial y una fuerte competencia de productos subsidiados (López y Oliverio, 2002). A esto se le debe sumar el efecto que produjo la crisis de la economía brasileña en las exportaciones a ese país.

En ese momento, el estado se encontraba en una situación crítica debido al incremento de la deuda pública, producida por el mecanismo de financiamiento externo que sostuvo al régimen de convertibilidad, pasando de una deuda externa que representaba el 27,8% del PBI, en el año 1991, al casi 90% en el 2001 (Giletta, 2005). El estado financió durante esa década el gasto público primero con las privatizaciones y luego con deuda. Agotadas las posibilidades del endeudamiento externo, y en una situación de déficit irreversible de la balanza de pagos, se decide terminar con la década convertible.

La crisis entonces, fue provocada por la acumulación de deudas, que en un contexto internacional adverso, se presumió impagable. Ante el temor, los argentinos, conocedores de la voracidad fiscal, comenzaron a retirar depósitos, a reducir notablemente el nivel de actividad y las inversiones y con ello, aumentaron el desempleo y la pobreza.

Ante la crisis generalizada, se implementó un nuevo modelo, devaluando nominalmente la moneda y obligando al gobierno a derogar la ley de convertibilidad y establecer un nuevo tipo de cambio y una pesificación que permitió licuar los pasivos dolarizados de la economía, a través de su conversión a pesos. Esto benefició claramente a grandes empresas y al sector agropecuario. Los productores fuertemente endeudados, pudieron recomponer rápidamente su rentabilidad, superando una etapa caracterizada por bajos niveles de los precios internacionales, una drástica caída del poder de compra de sus ingresos a causa del deterioro de los precios relativos, y la consecuente concentración

económica que expulsó a un importante porcentaje de los productores agropecuarios (Peretti, 1999).

En lo que respecta al comercio exterior, la devaluación del peso revirtió el atraso cambiario de la economía argentina, expandiendo las exportaciones principalmente de productos primarios e iniciando un fuerte proceso de sustitución de importaciones. Desde otra perspectiva, puede decirse entonces que la devaluación del peso, redujo fuertemente el valor en dólares de la producción nacional y encareció los bienes de procedencia extranjera, haciendo de este modo mucho más competitiva a la primera de lo que era antes, en términos de precios internacionales (Svarzman y Rozemberg, 2004). Durante toda la época de la convertibilidad, si bien las exportaciones crecieron a un ritmo sostenido, las importaciones lo hacían en mayor proporción, determinando un déficit sistemático en la balanza comercial y agudizando el problema de la balanza de pagos. En el período post-convertibilidad, el segmento de exportadores se benefició por la mayor rentabilidad por unidad de producto exportado, o bien por la posibilidad de ofrecer su producción a precios más bajos que en el pasado, triplicando de esa forma su peso relativo en el PBI. La fuerte expansión de las exportaciones, se explica también en parte, debido a la capacidad instalada ociosa que permitió responder con cierta rapidez a la demanda internacional (Giletta, 2005).

Recién a partir del 2003 se comienza a experimentar un fuerte crecimiento, ya que en el 2002 se produce una caída en el valor de las ventas al exterior debido a desfavorables condiciones de demanda internacional y regional y del fuerte deterioro de la imagen de país que siguió al estallido del 2001 y de las dificultades para el acceso al crédito y al aprovisionamiento de ciertos insumos críticos para la producción de bienes exportables. En el 2003 se produce un aumento de las exportaciones con respecto al 2002 de U\$S 685 millones, de los cuales U\$S 460 millones (67%) corresponden a las exportaciones de aceites vegetales y subproductos de la molienda de semillas oleaginosas. La recuperación del dinamismo de las exportaciones a partir del 2003 se produjo como resultado de los precios relativos y a una coyuntura favorable en términos de los precios internacionales de algunos commodities de fuerte peso en la oferta exportable nacional (Svarzman y Rozemberg, 2004).

En síntesis, la mejora sustantiva en la evolución del comercio exterior encuentra su explicación inmediata en la devaluación del peso, pero también es necesario considerar el contexto internacional en el cual Argentina devalúa su moneda, que coincide con una serie de factores que coadyuvaron a la mejora sustancial de la posición comercial y el nivel de superávit, tales como los altos niveles de los precios internacionales de ciertos productos exportables (fundamentalmente la soja, leche en polvo y petróleo) y la mejora de los términos de intercambio a través de un abaratamiento de las importaciones argentinas (Rodríguez, 2003).

Considerando el total de exportaciones de productos primarios y agroindustriales, se constata la dinámica y concentración del complejo oleaginoso, en particular el de la soja (poroto, aceites, harinas y pellets), que en el 2005 abarca el 41% del total de exportaciones agropecuarias, por un valor de 7.540 millones de dólares (Rodríguez, 2003).

En el período de post convertibilidad el sector agropecuario tuvo un salto cuantitativo de su rentabilidad que no tuvo precedentes en los últimos 25 años, aún con la

reaparición de las retenciones a las exportaciones. Según un estudio de Peretti (2005) durante el periodo 2002-2004, la rentabilidad agrícola obtenida en la zona núcleo Argentina fue de 933 \$/ha. En el 2005 se produce una caída en la rentabilidad, a causa de la baja de los precios internacionales, fundamentalmente la soja, y el ajuste del precio de los insumos, que aumentaron los costos de producción en distintas proporciones por cultivo.

En el caso de la lechería después de atravesar una crisis aguda de precios posterior a la devaluación de Brasil en 1999, los efectos devaluatorios incidieron en su rentabilidad a partir de una recomposición importante de precios pagados por la industria, dada la mayor competitividad en mercados internacionales y el aumento registrado en el precio de la leche en polvo, producto que concentra gran parte de las exportaciones lácteas Argentinas (Giletta, 2005).

La ganadería fue menos influenciada por el mercado internacional, ya que el grueso de la producción nacional se consume en el mercado interno (de acuerdo a datos de la Secretaría de Agricultura, la producción Argentina se ubica en torno a las 2,5 millones de toneladas, con un consumo por habitante cercano a los 70 kg./año y un saldo exportable variable entre 350 y 400.000 toneladas). La variación de tipo de cambio, si bien no operó rápidamente como en la agricultura, indujo una recomposición en el nivel de precios para todas las categorías de hacienda. Esto fue en respuesta por un lado al fuerte proceso de agriculturización que desplazó la ganadería nacional a zonas extrapampeanas y aunque los datos indican que el stock ganadero se mantiene en 52 millones de cabezas, se produjo una fuerte liquidación de vientres que generó problemas en la producción de terneros y en el incremento de la producción (Rearte, 2003). El otro factor a considerar fue la apertura de numerosos mercados internacionales para la carne Argentina, primero como consecuencia de los nuevos niveles de competitividad a causa de la devaluación y en segundo término, por haber declarado la Organización Internacional de Epizootias (O.I.E.), a la Argentina como “País libre de aftosa con vacunación”, permitiendo a nuestro país ingresar nuevamente al circuito no aftósico, caracterizado éste por mercados de alto poder adquisitivo. A su vez el consumo interno también se incrementó, lo que colaboró con lo anterior en la recomposición de precios de la actividad (Giletta, 2005).

En síntesis, podemos concluir que la modificación de la política cambiaria introdujo una renovada dinámica en el sector agropecuario, que, a través de un contexto internacional muy favorable, motivó nuevas y renovadas expectativas de negocios, a partir de una mejora generalizada en el nivel de precios y expansión en el comercio exterior del sector.

La alta rentabilidad del agro pampeano posibilitó la aplicación de retenciones a las exportaciones agropecuarias. Estas se ubicaron en un nivel del 20% del precio registrado en el mercado mundial. Esta medida tuvo dos efectos inmediatos sobre la economía local. En primer lugar, fortaleció los ingresos fiscales en forma considerable. En segundo término, la aplicación de retenciones modificó la estructura de precios relativos internos, abaratando los productos afectados por las retenciones. Esto produce un efecto sobre los precios de la canasta básica alimentaria. El precio de estos productos en el mercado local está determinado por sus respectivos precios en el mercado mundial, el tipo de cambio y el nivel de retenciones. De esta forma, el precio local de los productos alimentarios transables se ubica un 20% por debajo del que se hubiera

registrado en ausencia de retenciones. Por lo tanto, la disminución del precio de los productos alimentarios permitió reducir el impacto de la devaluación sobre el salario real y recomponer los márgenes de rentabilidad en los restantes sectores. Por ejemplo, el complejo agroindustrial obtuvo buena parte de sus insumos a precios más reducidos, permitiendo de esta forma incrementar su rentabilidad a expensas del sector primario exportador. Así, en un contexto de elevado desempleo, la disminución en el precio de los productos alimentarios posibilitó al menos afectar parte de la reducción del costo de los alimentos consumidos por los asalariados (Rodríguez y Arceo, 2006).

Si bien el sector agropecuario modifica su rol y recupera protagonismo en el dinamismo económico-político de la Argentina, no se registran hasta el momento importantes modificaciones en la estructura productiva del sector, al interior del cual continúan evidenciándose problemas de producción, rentabilidad y accesibilidad al crédito en el sector de las pequeñas y medianas empresas agropecuarias. En paralelo, existe una creciente concentración de la propiedad y de ingresos en manos de un reducido número de empresas.

1.1.4. Relación del proceso de producción dominante con la sustentabilidad

Los procesos sufridos en nuestro país en los últimos años permiten claramente corroborar lo que plantea Brailovsky (1992) que cada sociedad humana o que cada fase de desarrollo de esas sociedades, tienen un vínculo particular con la naturaleza. El ambiente es entendido entonces, como la estructura de interacciones entre la sociedad y el ecosistema, en el cual toda actividad humana tiene un efecto sobre el mismo. La tecnología es considerada como instrumento de apropiación y de transformación de la naturaleza. En estos términos, la interacción entre naturaleza-sociedad y tecnología en cada fase de desarrollo genera un cierto modo de utilización de sus recursos naturales, y del espacio nacional, como reflejo de las relaciones productivas.

En el caso de la actividad agropecuaria, la transformación de ecosistemas naturales por agroecosistemas está dirigida a la producción de biomasa productiva para satisfacer las demandas de la sociedad. En este proceso se van generando una serie de efectos sobre el ambiente, algunos cíclicos, de corto plazo y reiterados, otros de mediano plazo y acumulativos y otros de largo plazo y gran escala (Reboratti, 1999). Esto es producto de los manejos impuestos por los modos de producción dominante, que de acuerdo a lo analizado anteriormente, se consolida en el modelo productivista. Este modelo tiene una visión instrumentalista de la naturaleza la cual es visualizada de una manera dual, por un lado como una fuente proveedora de recursos y por otro como un punto de partida material a partir del cual pueden ser producidos bienes económicos, vinculados exclusivamente con la satisfacción de necesidades sociales materiales (van Koppen, 2000 citado por Cáceres 2005). En relación al modelo dominante, Sevilla Guzmán (1997) afirma, que ha provocado la homogeneización sociocultural y la erosión del conocimiento local desarrollado y apropiado mediante la interacción del hombre y la naturaleza, en cada ecosistema específico. Esta erosión ocurrió mediante un proceso de imposición paulatina de las pautas de las relaciones económicas, sociales, políticas e ideológicas vinculadas a la modernización, guiada por la lógica del lucro y del mercado.

Uno de los efectos de esta lógica es el deterioro ambiental producto de la forma en que nuestra sociedad administra y maneja sus ecosistemas en el marco de una determinada

estrategia de desarrollo. En el caso de la evolución de nuestro sistema agropecuario se puede visualizar, que la apropiación de la naturaleza por el hombre en ese espacio, estuvo determinada por una organización social y ciertas pautas culturales, que combinaron factores productivos y tecnología con la finalidad de satisfacer sus objetivos productivistas (Montico, 1996).

En este marco se concibe que la tecnología, más que una entidad que actúa autónomamente, está comandada por las fuerzas económicas y políticas dominantes en la sociedad. En función de esto, la implementación del modelo de desarrollo dominante utiliza a la tecnología moderna como un instrumento para operativizar sus políticas económicas (Cáceres, 1998).

El uso de este tipo de tecnologías no solo ha producido problemas socio-ambientales en los países del tercer mundo sino también en la biosfera en su conjunto. Entre ellos podemos citar a la contaminación de cuerpos de agua con agroquímicos, colmatación y eutroficación de los embalses, pérdida de la capacidad productiva y de nutrientes de los suelos, deterioro de los acuíferos, pérdida de biodiversidad y erosión genética y una notable disminución de la eficiencia energética de los sistemas productivos debido a la excesiva dependencia del uso de insumos externos (Sarandón, 2002).

La preocupación por los efectos del modelo dominante se materializan durante la década del '80 donde comienzan a proliferar organizaciones internacionales que plantean con alarma el daño irreversible que el Hombre está provocando en la biosfera (Reboratti, 1999). En ese marco en 1987, se realiza la primera evaluación crítica del modelo de desarrollo vigente a través de la publicación del Informe Bruntland. En este documento se reconocen algunas de las causas de la crisis ambiental y socioeconómica, se critica al modelo de una manera explícita y se acuña el concepto de desarrollo sustentable, para hacer referencia a un modo de desarrollo más justo y equitativo desde el punto de vista social y con un alto compromiso por la conservación del medio ambiente (Cáceres, 1998).

Se percibe entonces que la degradación ambiental está asociada a la agricultura moderna (Altieri, 1994). Es en este contexto que se comienza a utilizar el concepto de sustentabilidad. En la actualidad se lo utiliza desde diversos ámbitos y con distintas connotaciones, sin embargo no hay un consenso respecto a lo que es la sustentabilidad y se critica el concepto por no ser operativo (Cáceres, 2008).

En el campo agropecuario, Viglizzo (1996) plantea que existen diversas definiciones de sustentabilidad, entre ellas menciona a la de Conway (1987), Graham-Tomasi (1991) y Ruttan (1992) que se basan en tres ideas: la necesidad de mantener a través de los años la productividad biológica y económica del sector rural; preservar los recursos naturales y la calidad del ambiente y garantizar condiciones de equidad dentro de las generaciones actuales y futuras. La agricultura sostenible bajo este enfoque significa la optimización de la producción bajo la restricción de que la base de recursos no sea alterada (Muller, 1996).

Mientras que para Sulser et al (2001) la sustentabilidad implica la interacción entre varias dimensiones y considera que a nivel de los sistemas productivos, la sustentabilidad es extraordinariamente compleja y que su operativización involucra aspectos dentro de las dimensiones físicas, ambientales, sociales, culturales y

económicas. Esto implica la necesidad de un abordaje interdisciplinario que considere una visión holística del problema. Al respecto, Gliessman et al (2007) define a la sostenibilidad como un enfoque integral y holístico hacia la producción de alimentos, fibras y forrajes, que equilibra el bienestar ambiental, la equidad social, y la viabilidad económica entre todos los sectores de la sociedad, incluyendo a comunidades internacionales y a través de las generaciones.

En relación a estas posturas existen trabajos que priorizan la evaluación de la sustentabilidad desde el punto de vista biofísico (Ragas et al., 1995) y otros que realizan un análisis más integral a nivel ambiental, económico y social (Muller, 1996). Algunos de ellos plantean asimismo el estudio de la sustentabilidad en diferentes escalas espaciales, desde el análisis micro (de parcela, predio, cuenca) como por ejemplo los trabajos de Astier y Maser (1996), Gomez, et al., (1996), Venegas Valdebenito (1997); a macro (nivel de una región, de un país o a escala más global, biosfera) como los trabajos de Pieri et al., (1995) y Pearce (1998).

Otras de las consideraciones en el estudio de la sustentabilidad es la escala temporal. Al respecto, por lo general se lo vincula a un período de tiempo indeterminado y relacionado con las generaciones futuras. Sin embargo, debido a la variabilidad de las respuestas de los sistemas a las perturbaciones externas en condiciones contextuales diversas, evaluar la sustentabilidad de un sistema sería emitir un juicio de valor hacia el futuro no exento de arbitrariedad e incertidumbre (Cáceres, 2005).

También, a fin de aportar un análisis más apropiado del alcance de la sustentabilidad, es atinado considerar el concepto de “sustentabilidad situada” (Cáceres, 2005) donde se pone de manifiesto que la sustentabilidad debe ser estudiada en situaciones concretas, situadas espacial, temporal e institucionalmente. Esta idea tiene su fundamento en que no se debe vincular mecánicamente la idea de sustentabilidad con prácticas productivas específicas, ya que su evaluación no puede ser realizada en abstracto sin considerar las condiciones socio-productivas en las que estas ocurren. Si bien la ciencia puede producir aportes importantes que permitan avanzar en el mejoramiento de los sistemas productivos, su sustentabilidad no depende exclusivamente de ellos sino que está fuertemente determinada por el modo en que se resuelvan las tensiones políticas, económicas y sociales en cada espacio geográfico e histórico particular (Cáceres, 2005).

Este mismo autor plantea que existen distintos enfoques para valorar la sustentabilidad independiente de la escala seleccionada, donde es necesario construir herramientas o indicadores que brinden una medida de aquellas características claves de los sistemas que permitan comprender su estructura y funcionamiento. El uso de indicadores para evaluar el estado de un determinado sistema puede ser enfocado desde dos perspectivas distintas: estado o procesos (Cáceres, 2008). En el primero se hace referencia a un conjunto de atributos que caracterizan la situación de un sistema en un momento determinado de su devenir histórico, al cual se lo compara con estándares más generales, que determinan un umbral de sustentabilidad y que permiten determinar si un sistema es o no sustentable. Ejemplos de este enfoque son los trabajos de Muller, 1996; Gomez et al., 1996; Bockstaller et al., 1997 y Walker y Reuter, 1998.

En el enfoque de procesos se propone valorar la evolución de los sistemas a través del monitoreo de sus procesos más importantes. Esta perspectiva pone énfasis en cuestiones comparativas y en conocer las transformaciones que observan los sistemas estudiados a

lo largo del tiempo y la dirección y/o tendencia de las mismas. Este enfoque ha sido utilizado por varios autores para comparar sistemas productivos de una determinada zonas con manejos tecnológicos diferentes, analizando en algunos casos indicadores sólo de tipo ambiental y en otros integrando también componentes sociales y económicos (Rigby et al., 2001; López-Ridaura et al., 2002, Taylor et al., 1993) o para comparar los mismos sistemas a lo largo del tiempo (Ferraro et al., 2003, Ghera, et al., 2002) o a una escala mayor comparando la evolución de ciertos indicadores en una determinada región (Viglizzo et al., 2002). Los resultados de estos estudios permiten analizar las trayectorias y evaluar las tendencias ambientales y socioeconómicas de los sistemas o zona en estudio.

En relación al estudio de la sustentabilidad del agro pampeano, Viglizzo et al (2002) realizan un análisis de ciertos indicadores ambientales para identificar patrones y gradientes espaciales y la interpretación de las tendencias temporales. Los resultados no son homogéneos espacialmente ya que algunos indicadores difieren en su comportamiento según las zonas estudiadas. Rescata como positiva la influencia de la SD y labranza reducida en ciertos indicadores, como mayor eficiencia en el uso de energía fósil, menor riesgo de erosión de los suelos, reducción en la pérdida de carbono en los suelos y caída en las emisiones de gases invernadero. Otros indicadores muestran cambios negativos, entre ellos, mayor riesgo de contaminación por N residual, balances de P negativos, aumento del riesgo de contaminación por plaguicidas e incremento del riesgo por intervención de los hábitats.

En el trabajo de Navarrete et al (2005), se realiza un análisis más integral de la sustentabilidad de esta zona, donde se analizaron las consecuencias de la intervención del hombre en los agro-ecosistemas pampeanos y en las regiones extrapampeanas. Desde el punto de vista de la sustentabilidad como concepto socioecológico, se concluye que los síntomas y mecanismos centrales del proceso de agriculturización en la pampa, pertenecen a la esfera tecnológica-productiva y son: i) la concentración productiva y gerencial; y ii) la tecnología y combinación de actividades productivas. Estos síntomas influyen y son influenciados por síntomas de las esferas institucional, económica, socio poblacional y ambiental. La concentración productiva y gerencial, provoca el debilitamiento de las comunidades rurales y la simplificación de la estructura social rural. Por otro lado, la incorporación de tecnología y la nueva combinación de actividades productivas, causó una transformación del proceso de trabajo, produciendo la pérdida de empleo rural, siendo también una de las causales del éxodo rural. A pesar de existir acuerdo sobre los principales síntomas y patrones causales descriptos, no hubo consenso sobre el diagnóstico de sustentabilidad o insustentabilidad del proceso de agriculturización. Se plantea que existen factores externos que condicionan la dinámica del sistema productivo como son las condiciones de mercado, los precios relativos, las estrategias comerciales de corporaciones transnacionales y la variabilidad climática. Algunos plantean que si bien los impactos detectados constituyen amenazas, no son suficientes para llegar a un diagnóstico de insustentabilidad, mientras que otros hacen una diferenciación entre el proceso en la pampa húmeda del cual no pueden llegar a un diagnóstico concluyente mientras que para las zonas extrapampeanas consideran que existen síntomas evidentes de insustentabilidad ambiental, socio-cultural y productiva.

Sanchez y Bertinat (2007) en su trabajo sobre la sustentabilidad del patrón productivo asociado a las exportaciones, son más determinantes, al plantear que el modelo exportador de nuestro país se apoya en la especialización de productos o complejos

intensivos en recursos naturales, siendo uno de los principales el de la soja que tiene impactos sobre la sustentabilidad socioambiental. El crecimiento exponencial de este producto estuvo apoyado en el incremento del área de cultivo debido al avance de la frontera agrícola por la destrucción del bosque nativo y de producciones regionales, y se asocia a la pérdida de establecimientos y trabajadores rurales, concentración gerencial y productiva, creciente poder de las empresas transnacionales y falta de planificación e intervención del Estado. Esta situación pone en riesgo la seguridad alimentaria, incrementa la pobreza y potencia la dependencia tecnológica y de las fluctuaciones del mercado externo. Concluyen que en este contexto no se dan las condiciones para un escenario sustentable.

1.2. Hipótesis y objetivos

1.2.1. El problema de investigación

Los sistemas productivos de la región central de Córdoba se han visto afectados por los cambios ocurridos desde la década del '90 en el ámbito tecnológico-productivo, económico y político. Bajo esta premisa, la presente investigación se propone caracterizar, analizar y evaluar las transformaciones tecnológico-productivas de sistemas de producción de la zona semiárida central de Córdoba y su vinculación con procesos estructurales que ocurrieron en la región en dos momentos con contextos socioeconómicos diferentes.

Este trabajo toma como marco de referencia la discusión realizada sobre la sustentabilidad en sus diferentes acepciones, escalas y enfoques, para realizar un análisis comparativo de ciertas variables que caracterizan a los sistemas estudiados. La escala espacial seleccionada es “micro”, a nivel de sistema productivo. Desde el punto de vista de la escala temporal se considera el período que va desde la campaña 1997-1998 (dentro de la etapa de convertibilidad), a la campaña 2003-2004 (en la de post-convertibilidad).

El enfoque seleccionado es el de “procesos” (Cáceres 2005). Si bien no se realiza una evaluación ni valoración de la sustentabilidad de estos sistemas productivos, se analizan cambios en variables asociadas a la estructura productiva, al uso del suelo y al manejo tecnológico, y sus efectos, en situaciones de cambio de contexto, producidos por redefiniciones de la política macroeconómica y las condiciones de los mercados internacionales. Las variables seleccionadas pueden contribuir o ser considerados insumos relevantes para una posible valoración de la sustentabilidad de las explotaciones agropecuarias.

1.2.2. Hipótesis

Entre las campañas 1997-1998 y 2003-2004 se produjeron cambios en la estructura y dinámica de los sistemas agropecuarios de la zona central de la Provincia de Córdoba. Estos cambios se manifiestan en procesos simultáneos de simplificación (i.e., disminución del número de rubros productivos), intensificación (i.e., aumento en el uso de subsidios de energía) y extensificación productiva (i.e., aumento de la escala de

producción). Estos procesos no sólo implican una modificación del perfil productivo de las unidades de producción sino también de las estrategias productivas.

1.2.3. Objetivos

1.2.3.1. General

Analizar las transformaciones tecnológico-productivas de los sistemas agropecuarios de la zona central de la Provincia de Córdoba entre las campañas 1997-1998 y 2003-2004.

1.2.3.2. Particulares

- a) Caracterizar el diseño de los sistemas y las estrategias productivas desarrolladas por productores asentados en la zona central de la Provincia de Córdoba en dos momentos específicos: campaña 1997-1998 y 2003-2004.
- b) Realizar un análisis comparativo de variables e índices que ayuden a comprender los cambios observados en la estructura y dinámica de los sistemas productivos estudiados.
- c) Evaluar los procesos de cambio tecnológico y su efecto en la condición de los sistemas productivos.

La tesis se organiza de la siguiente forma. Luego de la presente introducción, en el segundo capítulo se caracteriza el área de estudio desde el punto de vista agroecológico, se describe el instrumento utilizado para la recolección de datos, y los momentos y lugares donde se realizó el trabajo a campo. Se presentan los diferentes métodos utilizados para la sistematización y análisis de la información.

En el tercer capítulo se presentan, analizan y discuten los principales resultados obtenidos. Se analizan variables de tipo cuantitativas y cualitativas, a fin de identificar diferencias y similitudes entre los dos momentos considerados. En una primera parte se desarrollan los resultados referidos a la caracterización general de los sistemas productivos, luego el análisis comparativo del uso de la tierra, del manejo tecnológico y el destino de las inversiones. A partir de la información cuantitativa se seleccionan variables que permitan explicar la variabilidad de los datos en los dos momentos analizados y entre cada momento y, tipo de sistemas.

En el cuarto capítulo se elaboran las principales conclusiones de la tesis. A partir de los resultados y discusión presentados en el capítulo anterior, se contrasta la hipótesis presentada en la introducción.

En el quinto capítulo se incluye el listado de la bibliografía utilizada y luego algunos anexos que ayudan a la comprensión de diferentes aspectos planteados a lo largo de la tesis.

2. METODOLOGÍA

2.1. El Marco de la Investigación

La presente tesis reconoce su origen en el proyecto de investigación “Efectos de la diversidad de los agroecosistemas sobre la tecnología para el control de factores bióticos adversos en la región central de la provincia de Córdoba”. Este proyecto, en el que participé como investigadora, contó con la dirección de Esteban Alessandría y tuvo financiamiento de la SECyT (Universidad Nacional de Córdoba). El proyecto comenzó en 1997 y finalizó a fines del 2000. Entre sus principales conclusiones y para un área similar a la abordada en este trabajo, ese estudio identifica seis tipos distintos de sistemas productivos (Alessandría et al., 2000).

Esta investigación reconoce un antecedente importante en aquel trabajo, ya que no sólo utiliza tres de las categorías allí construidas, sino que también utiliza parte de la información y datos allí recabados. Cada una de estas categorías representaba un tipo distintivo de sistema de producción agropecuaria. Debido a cuestiones metodológicas y al tipo de preguntas que orienta esta investigación, de las seis categorías inicialmente identificadas por Alessandría et al. (2000) se retoman aquí las tres siguientes: i) “sistemas agrícolas”, con un porcentaje de superficie agrícola igual o mayor al 99%; ii) “sistemas agrícolas complementados”, con un porcentaje de superficie agrícola que oscila entre 75 y 99%; y iii) “sistemas mixtos”, con un porcentaje de superficie agrícola menor al 75%.

2.2. El Trabajo de Campo

2.2.1. Descripción de la zona

La zona de estudio, corresponde a la región central de la Provincia de Córdoba que comprende unas 490.000 Has entre los 63° 25' y 64° y 10' de longitud Oeste y los 31° 25' y 32° 5' de latitud Sur. Abarca parcialmente los Departamentos Río Segundo (totalmente las pedanías Pilar y San José y parte de las pedanías Impira, Matorrales, Suburbios y Villa del Rosario), Santa María (parte de las pedanías Cosme y San Antonio), Tercero Arriba (parte de la pedanía Zorros). Esta área está incluida en la Agrícola Ganadera Central (Zona II) y en la zona ecológicamente homogénea N° 7 (Semiárida Central) (INTA-SMAGyRN, 1987). El relieve es llano, con una pendiente general y uniforme en sentido Oeste-Este que oscila entre 0,5% al Oeste y 0,2% al Este, sector este último que presenta algunas ondulaciones como resultado de los paleocauces del Río Xanaes. La región es cruzada en la zona Norte por los Ríos Suquía (anteriormente llamado Río Primero) y Xanaes (anteriormente llamado Río Segundo).

En la Figura 1 se presenta un mapa de la Provincia de Córdoba con la zonificación y definición de áreas homogéneas (INTA-SMAGyRN, 1987).

**ZONAS Y AREAS ECOLOGICAS HOMOGENEAS
DE LA PROVINCIA DE CORDOBA**

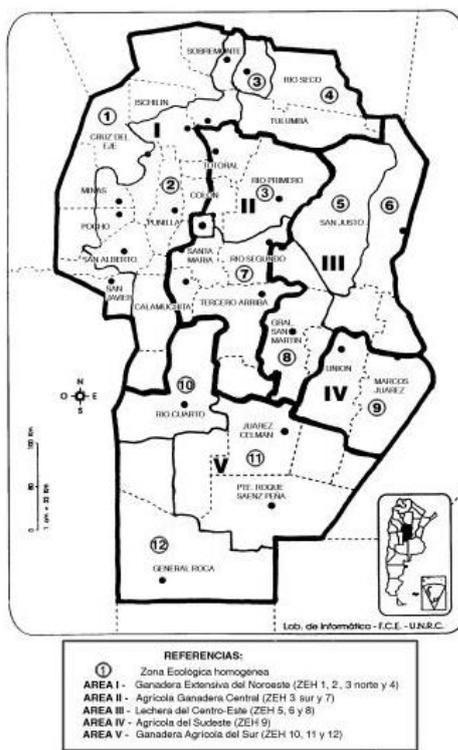


Figura 1: Mapa de zonas y áreas homogéneas de la Provincia de Córdoba

Climáticamente corresponde al dominio semiseco, con tendencia al semihúmedo, de las planicies, con gran déficit de agua (100 a 200 mm), sin invierno térmico, del piedemonte (tipo Córdoba) en el sector norte y este, y con invierno térmico, del piedemonte (tipo Pilar) en la parte central y sureste (Capitanelli, 1979a). Sus precipitaciones medias anuales oscilan alrededor de los 700 mm (694 mm para Córdoba y 690 mm para Pilar) en el período 1941-1960, con un desvío de casi 200 mm. Sin embargo según un estudio realizado por Ovando et al., (2000), su media anual ha pasado a 800 mm para el decenio 1970-1979. El período lluvioso se extiende de octubre a marzo, el cual representa el 80% de las precipitaciones anuales y la evapotranspiración potencial supera los 850 mm produciendo períodos con deficiencia de agua edáfica, cuyos valores se incrementan hacia el Oeste. En esta región se destacan las amplitudes térmicas elevadas considerando las máximas 45 ° C y mínimas de - 8° C. Las heladas ocurren entre los meses de mayo y septiembre (Gorgas y Tassile, 2002).

Se encuentra dentro de los ambientes geomorfológicos que corresponden a la pampa loésica alta y a la pampa loésica plana. La primera llamada también plataforma basculada, posee una pendiente regional hacia el este bastante uniforme (de 2 a 0,5%). Estructuralmente, constituye un bloque elevado parcialmente cubierto por depósitos de piedemonte y luego por una potente sedimentación eólica. Superficialmente, sólo se encuentra el loess franco limoso muy homogéneo con un espesor de hasta 50 cm. La pampa loésica plana se ubica en el área central de la llanura, limitada al oeste por la pampa loésica alta. El relieve es muy suave con gradientes regionales hacia el Este que no superan el 0,3% y los materiales predominantes están constituidos por importantes depósitos eólicos de textura franco limosa. Existen en forma intercalada, sectores

suavemente deprimidos y vías de escurrimiento en sentido NNE y SSO. Como característica se observan fajas fluviales cuyas geoformas están constituidas por derrames, paleocauces y paleoplanicies modificando el relieve y la granulometría de los materiales (Jarsun et al., 2006; Capitanelli, 1979b).

El suelo, el elemento que presenta una menor uniformidad a una escala de mayor detalle, es bastante homogéneo al suroeste y más heterogéneo hacia el noreste. Mayoritariamente son Haplustoles énticos, con horizonte superficial oscuro, con moderada cantidad de materia orgánica, sin horizonte B, con drenaje bueno a excesivo, principalmente de textura franco-limosa a franca. En sectores del norte y del este se pueden encontrar Haplustoles típicos con mayor contenido de materia orgánica en el horizonte superficial, con horizonte B diferenciado, bien drenados y de textura franca. De menor importancia y dispersos hacia el norte, este y sur se hallan algunos suelos salinos, con drenaje limitado (Natruqualferes) o Entisoles con drenaje excesivo (Ustipsament típico), entre otros (Jarsun et al., 2006; Georgas y Tassile, 2002). Desde el punto de vista de su capacidad de uso, en el área se distinguen cuatro categorías: (INTA-SMAGyRN, 1987 a,b,c; Jarsun et al., 2006). A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de ellas.

a) Suelo clase III: con algunas limitaciones climáticas, de moderado a demasiado drenaje o algo de salinidad superficial o subsuperficial. Comprende la serie Oncativo, las consociaciones Villa del Rosario y Matorrales, el complejo de series Matorrales, Costa Sacate y Villa del Rosario y Haplustoles Enticos del Oeste. Con índices de productividad mayores de 50. Corresponde principalmente a la zona de influencia de las localidades de Oncativo, Matorrales, Laguna Larga y Pilar.

b) Suelos clase IV: con limitaciones climáticas y de salinidad más pronunciadas Abarca los complejos de series Oliva, James Craik, El Sauce-Pilar, Río Segundo y Matorrales. Con índices de productividad inferior a 40. Corresponde a la zona de influencia de las localidades de Villa del Rosario, Toledo, Lozada, Oliva, Este de Pilar y Laguna Larga.

c) Suelos clase VI: con serios inconvenientes de salinidad, alcalinidad y/o drenaje. Conformado por los complejos de las series Oliva-El Sauce-Impira-Matorrales, Pilar-Río Segundo-Impira, Oliva-James Craik-El Sauce y James Craik- El Sauce. Con índices de productividad inferior a 40. Corresponde principalmente a la zona de influencia de la localidad de Impira y James Craik.

d) Suelos clase VII: altamente salinos y/o alcalinos y/o con muy serios problemas de drenaje. Comprende un complejo indiferenciado de suelos en capas y suelos enterrados salinos y alcalinos de superficies y un complejo de suelos fluviales. Corresponde a la zona de derrame de la Laguna perteneciente a la localidad de Laguna Larga.

La vegetación original de la zona corresponde a la vegetación de llanura de la zona del espinal. Entre las especies del estrato arbóreo domina el algarrobo (*Prosopis nigra*, *Prosopis alba*), acompañado por otras especies, como: chañar (*Geoffroea decorticans*), tala (*Celtis tala*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), tusca (*Acacia aroma*) y atamisqui (*Atamisquea emarginata*). En el estrato arbustivo se destacan, el espinillo (*Acacia caven*), moradillo (*Schinus bumeloides*, *S. fasciculatus*), tala churqui (*Celtis pallida*) y diversas especies de *Lycium*. El estrato herbáceo presenta como principales especies de gramíneas a: *Cenchrus myosuroides*, *Sporobolus pyramidatus*, *Aristida*

mendocina y diversas especies de los géneros *Setaria*, *Thricloris*, *Stipa*, *Poa*, *Bromus*, *Botriochloa*, *Festuca*, *Panicum*, *Paspalum* y *Boutelowa* (Luti et al., 1979). Actualmente la cobertura de la vegetación leñosa en la región ha quedado reducida a niveles mínimos (entre 5 y 9%) mostrando también una alta fragmentación y heterogeneidad en su distribución espacial (Zamar, 2004).

Desde el punto de vista productivo, considerando las pedanías involucradas en este estudio, Sonnet (1988) plantea, que a fines de la década del '80 se presentan 3 tipos de actividades agropecuarias predominantes: i) zona de actividad agrícola: pedanías Impira, San Antonio, Cosme; ii) zona de actividad mixta: pedanías Caseros, Matorrales, Pilar, Remedios, San José; y iii) zona de actividad ganadera: pedanías los Zorros, Suburbios y Villa del Rosario. Sin embargo, el escenario zonal ha sufrido una importante transformación tal cual se explicita en la Introducción. Desde mediados del siglo pasado esta zona sufrió una casi total sustitución de la vegetación natural (Espinal) por cultivos, primero trigo, luego maíz y maní y recientemente soja. Las actividades ganaderas principales que tradicionalmente fueron la cría, invernada y en algunas zonas particulares, tambo, también han sufrido cambios importantes en su importancia relativa.

Desde el punto de vista socioeconómico, en los departamentos considerados en el estudio, se ha producido una reducción del 37% en el número de productores, pasando de 4965 según datos del CNA 1988 a 3.166 en el 2002, predominando con un 33% el estrato de productores con un promedio de superficie entre 200 a 500 has (INDEC, 2002; Lazzarini, 2004)

2.2.2. Momentos en que se realizó el análisis

Como bien se señala en el capítulo anterior, esta investigación realiza un análisis comparativo de la estructura y dinámica de un grupo de sistemas productivos del área estudiada. En consecuencia, para realizar este tipo de análisis, resulta indispensable comparar al menos dos momentos históricos. A tal fin, se compararon dos instancias: el ciclo productivo 1997-1998 (periodo éste al que se considera “momento uno”) y el ciclo productivo 2003-2004 (periodo éste al que se considera “momento dos”).

Los datos correspondientes al “momento uno” fueron tomados en 1998, en el marco de las actividades desarrolladas por el proyecto de investigación referido más arriba (Alessandría et al, 2000). Con respecto al “momento dos”, la información de campo fue recabada entre julio y diciembre de 2004. Cabe destacar que, en ambos casos, la información de campo fue recolectada en un periodo relativamente breve de tiempo. En el diseño de la investigación, este aspecto fue considerado como muy importante ya que los datos obtenidos fueron recabados durante el mismo ciclo productivo.

La campaña que corresponde al momento 1, se caracterizó por buenos rendimientos de los cultivos estivales, pero con precios internacionales en baja, sin embargo, los sistemas productivos mejoraron sus resultados económicos con respecto a la campaña 1996-1997. La soja en ese momento tuvo un precio de 20,61 \$/qq, y el maíz 9,36 \$/qq. En el caso del trigo fue de 12,07 \$/qq. Los sistemas con ganadería bovina, mejoraron su nivel de ingresos debido al aumento del precio de mercado de la hacienda especialmente en el segundo semestre (enero-julio 1998) y los sistemas tamberos debido a una caída

en el precio de la grasa butirosa no mejoraron sus índices económicos en este período, disminuyendo el margen bruto del tambo un 19,2% con respecto al ciclo anterior (INTA-SMAG y RN-UNRC, 1998).

La campaña que corresponde al momento 2 se caracterizó por rendimientos relativamente bajos en soja y promedios en maíz y trigo. En el caso de los cultivos estivales se produjo un aumento de los precios en el mercado internacional. Se alcanzaron valores de 53,97 \$/qq para la soja y de 24,76 \$/qq para maíz. El trigo logró un precio de 36,83 \$/qq. En el caso de la ganadería presentó una menor oferta, unida a una tendencia creciente del consumo interno y exportación. Sin embargo la rentabilidad pasó a ser levemente positiva a diferencia de los años anteriores que era negativa. En el caso del tambo existió una mejora en el precio del producto (INTA-SMAG y RN-UNRC, 2003; SAG y A, 2004).

2.3. Descripción de los Métodos Utilizados

2.3.1. Obtención de la información

La información de campo se obtuvo a partir de la utilización de encuestas semi-estructuradas las cuales se completaron durante entrevistas personales dirigidas al responsable de la unidad de producción. Su participación como colaboradores de la propuesta pedagógica de la asignatura Realidad Agrícola-Ganadera (F.C.A-U.N.C) durante más de 10 años, permitió una comunicación fluida y confiable. Los productores entrevistados podrían caracterizarse como familiares capitalizados (Basco, 1993) con diferentes grados de capitalización.

2.3.1.1. Momento 1 (M1)

Durante 1998, en la zona de estudio se realizaron encuestas a 64 productores. Se recabaron datos generales de los sistemas productivos (SP) y aquellos relacionados al uso de la tierra, manejo tecnológico tanto de suelo como de plagas y aspectos relacionados a criterios en la utilización de agroquímicos. De esta encuesta, se tuvieron en cuenta datos principalmente cuantitativos que contemplaran aspectos relevantes para este estudio.

2.3.2.2. Momento 2 (M2)

Durante el año 2004 se realizaron encuestas a 40 productores agropecuarios que fueron seleccionados a partir de la base de datos de productores entrevistados en el “momento 1” y de la clasificación de “tipo de sistema” elaborada en aquel momento.

Se recabaron datos de 13 sistemas agrícolas (SA), 13 agrícolas complementados (SAC) y 14 mixtos (SM) en función de su clasificación en 1998, cuya ubicación geográfica se presenta a continuación (Tabla 1 y Figura 2).

Zonas rurales de influencia de:	Sistema Agrícola	Sistema agrícola complementado	Sistema mixto	Totales
Impira	0	1	3	4
Laguna Larga	3	0	2	5
Lozada	3	2	0	5
Matorrales	1	3	1	5
Oliva	1	3	2	6
Oncativo	1	1	0	2
Pilar	3	1	0	4
Toledo	1	1	2	4
Villa del Rosario	0	1	4	5
Totales	13	13	14	40

Tabla 1: Ubicación zonal de los diferentes tipos de sistemas productivos (SA, SAC y SM) relevados



Figura 2: Mapa ubicación de las localidades en cuyas zonas rurales se desarrolló el trabajo de campo

La entrevista utilizada en el M2 incluía distintas secciones. Una sección introductoria destinada a recabar información general del productor como: residencia, superficie, tenencia de la tierra, composición demográfica familiar, disponibilidad de mano de obra, tipo de asesoramiento y participación en agrupaciones de productores. En una segunda sección se realizó un croquis o esquema (visto en planta) del predio o predios manejados por el productor, en el que se representaron los distintos lotes y se registró el uso de la tierra en las campañas estivales 2002-2003 y 2003-2004 y período invernal 2003. La tercera sección se planteó a través de preguntas cerradas referidas a: rubros vegetales y animales, manejo tecnológico actual del sistema productivo (sistemas de labranza, control de factores bióticos adversos, barbechos, fertilizaciones y rotaciones) y cambios tecnológicos realizados entre los dos momentos analizados. En el Anexo I se incluye copia de la encuesta completa.

2.4. Sistematización de la Información

De los datos recogidos en los momentos uno y dos, algunos fueron analizados directamente (por ejemplo, aquellos referidos a la información general del predio y del productor) y en otros casos los datos fueron sistematizados y procesados en planillas elaboradas “ad hoc” que permitieron calcular diversas variables e índices.

2.4.1. Planillas

Se utilizaron tres tipos distintos de instrumentos: i) planillas de sistematización del uso de la tierra; ii) planilla de sistematización de intervenciones mecánicas y químicas; iii) planilla de caracterización tecnológica de rubros productivos

2.4.1.1. Índices y variables elaborados para caracterizar el uso de la tierra

La planilla de uso de la tierra se confeccionó en función de los datos de ocupación de cada uno de los lotes del croquis. En esta planilla se ordena la ocupación espacial y temporal con distintos cultivos y pasturas, durante los tres períodos considerados en los dos momentos (los períodos estivales 1997-1998, 1998-1999, 2002-2003 y 2003-2004 y los invernales 1998 y 2003), dónde se discriminó número de hectáreas y el porcentaje de superficie de cada uno de los cultivos y pasturas en los períodos analizados. Esta planilla sirvió de base para el cálculo de distintas variables: índices de riqueza, diversidad y equitatividad espacial, índice de diversidad temporal, índice de intensidad de uso, porcentajes de superficie agrícola y ganadera, tipos de sistemas (agrícola, agrícola complementado y mixto).

A continuación, se presenta un detalle acerca de los métodos de cálculo utilizados en la construcción de algunas de estas variables.

a) Indices de riqueza, diversidad y equitatividad:

Se calcularon los siguientes índices para cada etapa (Magurran, 1983).

Riqueza: se refiere al número de especies cultivadas en el predio (R) en un ciclo productivo.

Diversidad: expresa la importancia relativa de las especies expresada por la proporción del área destinada a ella.

Índice de diversidad según Shannon (H): $\sum p_i (\ln p_i)$.

Índice de diversidad según Simpson (S): $\sum 1/p_i^2$.

Equitatividad: expresa el grado de similitud de importancia de las especies dentro de la unidad de producción.

Índice de Equitatividad según Shannon (J): $H/\ln R$.

Índice de Equitatividad según Simpson (E): S/R .

donde: p_i : proporción de la superficie del predio con un determinado cultivo.

b) Índice de intensidad de uso:

Este índice se calculó asignando un valor diferencial a cuatro tipos de uso de la tierra de acuerdo a los cambios o modificaciones que se producen en la base vegetal en un período determinado. Se detallan a continuación las alternativas consideradas:

- i) Monte o pastura natural: productor primario permanente sin remover
- ii) Pasturas implantadas perennes: productor primario implantado con renovación periódica
- iii) Cultivos o pasturas anuales con un descanso estival o invernal: con una renovación anual del productor primario
- iv) Doble cultivo anual: cambio en dos oportunidades anuales del productor primario.

Al porcentaje de superficie de cada predio ocupado por cada uno de los tipos de uso, se los multiplicó por un valor de 0; 0,5; 2 y 4 respectivamente, que representan la presión de uso que se ejerce sobre el sistema. Sumando los valores parciales (de cada tipo de uso de la tierra) se obtuvo el valor total de intensidad de uso para cada sistema productivo.

c) Índice de diversidad temporal

Para elaborar el índice de diversidad temporal se tuvieron en cuenta secuencias de cultivos de dos campañas sucesivas, para el M1 1997-1998 y 1998-1999 y para el M2 2002-2003 y 2003-2004.

La construcción del índice se basó en:

- i) Secuencia interestival.
- ii) Ocupación invernal.
- iii) Secuencia interestacional (verano-invierno).
- iv) Intensidad de uso.

Índice de diversidad temporal: $\frac{i + ii + iii}{iv}$

(i) Secuencia interestival: hace referencia al tipo de relación que se establece entre dos cultivos estivales consecutivos en un mismo lote, independientemente de su ocupación invernal. A este tipo de relación se le asigna una valoración diferencial según el siguiente esquema:

- cultivos pertenecientes a diferentes familias botánicas (valor 1)
- cultivos pertenecientes a la misma familia pero diferente especie (valor 0,5)
- secuencia barbecho estival- cultivo estival (valor 0,25)
- secuencia del mismo cultivo (valor 0)

(ii) Ocupación invernal: en este caso se asigna un valor diferencial según la presencia o no de ocupación y del ciclo de vida de la especie ocupante. Según:

- No ocupado -barbecho invernal (valor 0)
- Especie invernal anual (valor 0.25)
- Especie perenne (valor 0.5)

(iii) Secuencia interestacional: hace referencia al tipo de relación que se establece entre una especie estival y otra invernal o viceversa. A este tipo de relación se le asigna una valoración diferencial según el siguiente esquema:

- cultivos pertenecientes a diferentes familias botánicas (valor 0,5)
- cultivos pertenecientes a la misma familia pero diferente especie (valor 0,25)
- secuencia barbecho (invernal o estival)-cultivo estival o invernal (valor 0,125)
- permanencia de especie perenne (0,25)

(iv) Intensidad de uso: se refiere a la relación entre número de períodos (estacionales) ocupados reales, sobre número de períodos ocupados posibles.

d) Tipos de sistemas productivos

Se calculó el porcentaje de superficie destinada a la agricultura y a la ganadería y se reclasificó cada uno de los sistemas encuestados en el tipo de sistema correspondiente para este período (M2).

Se considera superficie agrícola aquella destinada a la producción de granos y ganadera a aquella que directa o indirectamente es destinada a la alimentación del ganado.

2.4.1.2. Índices y variables elaborados para caracterizar las intervenciones tecnológicas

A partir de la planilla de sistematización de intervenciones mecánicas y químicas, se realizó el cálculo de la unidad técnica arada (UTA) para cada una de las etapas de la secuencia de operaciones mecánicas (tipos de labranza y siembra) y las asociadas a los controles químicos (pulverizaciones e incorporaciones de productos químicos). Este cálculo tiene como objetivo analizar la energía utilizada en el sistema productivo. La UTA, es una unidad física de referencia y equivale a una arada de reja en una hectárea, a la que se le asigna el valor 1. Relacionando las otras labores con la arada de reja, se le otorgan valores relativos a las mismas. Se obtuvieron los valores de UTA mecánicos, químicos y totales para el sistema productivo y las mismas variables expresadas por hectárea. A partir de esta planilla también se obtuvieron: porcentaje de superficie con distinto sistema de labranza, porcentaje de barbecho invernal y su tipo predominante. A continuación, se presenta un detalle de los métodos de cálculo utilizados en la construcción de cada una de estas variables.

a) UTAs totales, mecánicas y químicas

A partir de las diferentes intervenciones que incluyen cierto grado de remoción de suelo, se calcularon los UTA mecánicos y en función de las intervenciones con productos químicos destinados al control de factores bióticos, se realizó el cálculo de los UTA químicos para cada sistema. Se sumaron estos dos valores para obtener los UTA totales y se consideraron además, las relaciones entre UTA mecánico/ UTA total y UTA químico/ UTA total. También se obtuvieron, los UTA totales/ ha, UTA mecánicos/ ha, UTA químicos/ ha y la relación UTA mecánicos por ha/UTA químico por ha.

b) Superficie con distinto tipo de labranza

A partir de la secuencia de labores realizadas en cada lote, se calculó el porcentaje de superficie total del predio en siembra directa y en labranza convencional y se discriminaron también, los distintos sistemas de labranza en la superficie agrícola y ganadera.

c) Porcentaje de barbecho invernal y tipo predominante

Se calculó el porcentaje de la superficie total con descanso invernal y se evaluó el tipo predominante (sin remoción: natural o químico; con remoción: cubierto, semicubierto, desnudo).

2.4.1.3. Caracterización tecnológica de rubros productivos

Para cada rubro producido en cada uno de los sistemas, se sistematizó la información referida a: variedades de cada cultivo o pastura, sistema de labranza, productos utilizados para el control de factores bióticos adversos (número de aplicaciones y dosis), fertilización (si la aplica o no y desde que año). Esto fue utilizado para caracterizar el

manejo tecnológico general de cada productor para cada rubro en los dos períodos considerados. Los datos correspondientes al control de factores bióticos adversos fueron utilizados para la elaboración de un índice de toxicidad de los productos químicos aplicados en cada SP.

a) Índice de toxicidad

Se calculó un índice de toxicidad en base a los datos del uso de herbicidas e insecticidas utilizados para los distintos rubros producidos en cada sistema, en los dos momentos considerados. No se tuvo en cuenta en el cálculo, el uso de funguicidas debido a la escasa utilización registrada.

Varios índices o indicadores ambientales se han desarrollado como herramientas para valorar el impacto del uso de pesticidas (Kovach et al., 1992; Levitan et al., 1995; Ferraro et al., 2003; Fernández et al., 2003). Estos indicadores varían en términos de la metodología empleada en su desarrollo y de la cantidad y calidad de los parámetros usados. En función de los datos disponibles y de los antecedentes analizados, se calculó para el ingrediente activo de cada producto, su índice de toxicidad (IT). Este, se realizó a partir de una modificación del índice propuesto por Fernández et al. (2003), donde se consideró su ecotoxicidad; la toxicidad en humanos, el impacto en factores ambientales y su persistencia, según la siguiente fórmula:

$$IT = [(Ab+Av+Ac)+(Cat+Ca+Mu+Te+Noca)+(Iag+Isu+Ispp)+(Pe)]$$

A continuación se detalla el alcance y las variables utilizadas para cada parámetro.

a) Ecotoxicidad: efecto de las sustancias químicas sobre componentes bióticos de los ecosistemas. Ecotoxicidad = (Ab+Av+Ac)

Ab: toxicidad en abejas

Av : toxicidad en aves

Ac: toxicidad en organismos acuáticos

b) Toxicidad: capacidad de una sustancia química de causar daños en la estructura o funciones de los organismos vivos, o incluso la muerte.

Toxicidad en humanos= (Cat+ca+Mu+Te+Noca)

Cat: categoría toxicológica

Ca: cancerigenicidad

Mu: mutagenicidad

Te: teratogenicidad

Noca: efectos crónicos no cancerígenos

c) Impacto ambiental: en este estudio se considerará como el cambio negativo que provoca el agroquímico en cualquiera de los factores ambientales

Impacto en factores ambientales = (Iag+Isu+Ispp)

Iag: impacto ambiental en el recurso hídrico

Isu: impacto ambiental en el recurso suelo

Ispp: impacto ambiental en otras especies

d) Persistencia: resistencia química a la degradación, evaluada como la vida media en el suelo.

A cada variable de la ecuación según su calificación se le asignó un valor de acuerdo a la escala utilizada por Fernández (2003), según la Tabla 2. Cabe destacar que este índice no varía en un rango predefinido. No obstante, mientras mayor sea el valor alcanzado por el IT, mayor será la toxicidad del agroquímico utilizado.

Parametros	Categorías	Valoracion
Ecotoxicidad en Abejas (Ab)	Virtualmente no Tóxico	0
	Ligeramente Tóxico	1
	Moderadamente Tóxico	3
	Altamente Tóxico	5
Ecotoxicidad en Aves (Av)	Prácticamente no Tóxico	1
	Ligeramente Tóxico	2
	Muy Tóxico	4
	Extremadamente Tóxico	5
Ecotoxicidad en Organismos Acuáticos (Ac)	Virtualmente no Tóxico	0
	Ligeramente Tóxico	1
	Moderadamente Tóxico	2
	Muy Tóxico	5
	Extremadamente tóxico	5
Toxicidad (categorías)(Ca)	(IV) Probablemente sin riesgo toxicológico	1
	(III) Ligeramente Tóxico	2
	(II) Moderadamente Tóxico	3
	(Ib) Altamente Tóxico	4
	(Ia) Extremadamente Tóxico	5
Cancerogenicidad (ca)	No confirmado	1
	Sospecha	3
	Certeza	5
Mutagenicidad (Mu)	No confirmado	1
	Sospecha	3
	Certeza	5
Teratogenicidad (Te)	No confirmado	1
	Sospecha	3
	Certeza	5
Efectos crónicos no cancerígenos (Noca)	Sí	3
	No confirmado	1
Impacto ambiental sobre agua(Iag)	Sí	5
	No confirmado	2
	No	1
Impacto ambiental sobre suelo(Isu)	Sí	5
	No confirmado	2
	No	1
Impacto ambiental sobre otras especies(Ispp)	Sí	5
	No confirmado	2
	No	1
Persistencia (vida media en el suelo) (Pe)	Extrema > 120 días	7
	Alta (60 a 120 días)	5
	Media (30 a 60 días)	3
	Ligera (15-30 días)	2
	No persistente (< 15 días)	1
	S/D	1

Tabla 2: Escala de valoración de las distintas variables incluidas en la elaboración del Índice de toxicidad (Fernandez, 2003)

Los datos fueron recogidos de diversas fuentes (EPA, 1999; EXTTOXNET, 1999; FOTT PRINT, 2007). La valoración de cada producto se encuentra en el Anexo II. Una vez elaborado el índice de toxicidad para cada ingrediente activo de los productos utilizados (IT), se aplicó el mismo para desarrollar un índice de toxicidad por SP (ITSP).

Para ello se identificaron, en cada cultivo o pastura, cada uno de los productos químicos utilizados en su ciclo y al IT de cada uno de ellos se lo multiplicó por la dosis del ingrediente activo utilizada, expresada en Kg/ha y por el número total de aplicaciones realizadas en el ciclo del cultivo o pastura, conformando el índice de toxicidad de cada producto utilizado en el ciclo del cultivo (ITPC). Luego sumando todos los ITPC se obtuvo el valor del índice de toxicidad del total de los agroquímicos utilizados por rubro (ITR). Para calcular el índice de toxicidad del SP (ITSP) se tuvo en cuenta el producto entre el ITR de cada rubro y la proporción ocupada por cada uno de ellos en el predio. El ITSP se calculó en función de una simple acumulación de aportes de cada cultivo a la toxicidad agregada que imponen los distintos plaguicidas empleados, a partir de la siguiente fórmula:

$$ITSP = \sum (ITR * \text{Proporción de la superficie predial ocupada por el rubro})$$

Este índice apunta a valorar el riesgo de toxicidad relativo de los plaguicidas, por lo tanto su significado radica en su valor comparativo entre momentos y SP.

b) Manejo tecnológico del rubro principal

El rubro principal, se seleccionó en función de la mayor superficie asignada para un cultivo. Se consideraron las intervenciones realizadas sobre el mismo, como sistema de labranza utilizado, número de aplicaciones de herbicidas (en presiembra, preemergencia y post emergencia), insecticidas y funguicidas, aplicación de fertilizantes, etc.

Las variables hasta acá mencionadas se utilizaron para confeccionar una base de datos donde se registraron sus valores tanto para el período 1997-1998 (M1) como para el período 2003-2004 (M2), ya que constituyen información común para los dos momentos considerados.

2.4.2. Innovaciones tecnológicas

2.4.2.1. *Técnicas e insumos*

Se sistematizó la información referida a cambios generales de manejo tecnológico en el sistema productivo, que incluye tanto una apreciación cuantitativa de algunas variables como cualitativa de otras. La misma está relacionada principalmente a cambios en: sistemas de labranza (desde que año), fertilización (rubros y desde cuando), manejo de control de malezas e insectos (tipo de producto, tendencia al aumento o disminución del número de aplicaciones o dosis), usos de semillas mejoradas, plan de rotaciones, etc.

2.4.2.2. *Maquinarias e instalaciones*

En la encuesta se relevó información correspondiente a la compra de maquinarias (sembradoras de siembra directa, cajón fertilizador, pulverizadoras, cosechadoras,

tractores, etc.) y la inversión en instalaciones como galpones, celdas, tinglados, silos fijos, temporarios o bolsa así como equipos de riego entre otros. Esta información fue sistematizada a fin caracterizar el destino del capital invertido y la que época en que fueron realizadas dichas inversiones.

2.5. Análisis de Datos

Se elaboró una matriz de datos para cada momento considerado (M1 y M2), donde las filas correspondían a los 40 sistemas productivos estudiados y las columnas a cada una de las variables e índices desarrollados. Sobre esta matriz se realizaron análisis estadísticos uni y multivariados.

Para cada una de las variables cuantitativas en cada momento, se realizó estadística descriptiva a través de la estimación de estadísticos de posición y dispersión. Las características de los sistemas productivos en el M1 y M2 se compararon mediante pruebas t para datos no independientes. Las variables para cada uno de los momentos se consideraron estadísticamente significativas con $p < 0.05$.

Las variables cualitativas se describieron mediante tablas de frecuencias. Para evaluar la significancia estadística del cambio entre momentos, de los diferentes niveles de estas variables, se utilizó el estadístico Chi-cuadrado.

Con todas las variables cuantitativas, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) a fin de analizar la variabilidad de los SP y encontrar las variables con mayor potencia para explicar la variabilidad de los mismos en cada uno de los momentos considerados. También se realizaron análisis discriminantes con la finalidad de identificar las variables de mayor incidencia para discriminar: entre M1 y M2; entre los tipos de sistema i.e SA, SAC y SM para cada momento y entre M1 y M2 en cada tipo de SP.

Todos los análisis fueron realizados con el programa estadístico InfoStat (2008).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización General de los Sistemas Productivos

Esta caracterización comprende el análisis de diferentes variables que permiten la descripción de los rasgos estructurales de los sistemas productivos relevados en los dos momentos considerados. Esta se realizó utilizando variables de tipo cuantitativo, presentando valores promedios, mínimos y máximos, y de tipo categóricas con sus gráficos de frecuencia correspondientes. En cada caso se presentan los resultados del análisis estadístico de diferencias para los dos momentos considerados.

3.1.1. Descripción general

En la Tabla 3 se presenta un detalle de los valores observados para los principales parámetros estadísticos de las variables estructurales relevadas más importantes. A causa de las dificultades que presenta su estimación a campo, no se incluyen aquí valoraciones específicas referidas al capital de las explotaciones. No obstante, y debido a los altos precios que actualmente observa la tierra, en cierto modo podría estar asociado con los valores correspondientes a “superficie propia”. Por la importancia que posee para la caracterización general de las explotaciones, se incluye también la variable “porcentaje de agricultura”, a fin de brindar una idea inicial sobre el perfil productivo de las explotaciones estudiadas.

Variables cuantitativas	Media Momento I	Mínimo-Máximo	Media Momento II	Mínimo-Máximo	Significancia de diferencias (*)
Superficie total	379	[80-1420]	421,6	[63-1700]	0,296
Superficie propia	215,3	[0-930]	234,1	[0-1300]	0,392
Superficie arrendada	163,9	[0-956,5]	192,2	[0-1200]	0,407
Disponib. de mano de obra total (m.o)	2,4	[1-5]	2,6	[1-5]	0,095
m.o fliar	1,7	[0-4]	1,9	[0-5]	0,244
m.o permanente.	0,65	[0-3]	0,73	[0-3]	0,412
Porcentaje agricultura	80,7	[10,3-100]	89,46	[40,4-100]	0,0038

Tabla 3: Estadística descriptiva de las variables cuantitativas utilizadas en la caracterización general de sistemas productivos para los dos momentos. (*)Valores p, prueba t apareada de diferencias entre las dos momentos (momento I: campaña 1997-1998 y momento II; campaña 2003- 2004)

A fin de lograr un análisis más completo de cada uno de los aspectos abordados, la evaluación de las variables cuantitativas presentadas en la Tabla 3, se complementa con el análisis de algunas variables de tipo categóricas.

3.1.1.1. Porcentaje de agricultura

De las variables de la tabla anterior, se destaca el porcentaje de agricultura como aquella que presenta diferencias significativas ($p = 0,0038$) entre los dos momentos

considerados. Este aspecto no sólo se refleja en los datos promedios sino también en el valor mínimo de la superficie destinada a agricultura que pasa de un 10 a un 40 por ciento.

Este aumento del 80 al 89,5% en esta variable, determina una disminución importante de la superficie ganadera y una disminución del número de sistemas mixtos. Este fenómeno se evidencia en los resultados de las transformaciones sufridas en la variable “tipos de sistemas” de los establecimientos relevados. De los 40 sistemas productivos encuestados en el M2 y que según su clasificación en la campaña 1997-1998 se correspondían a 13 sistemas agrícolas (SA), 13 agrícolas complementados (SAC) y 14 mixtos (SM), en la campaña 2003-2004, en función de cambios en el porcentaje de superficie agrícola se transformaron en 19 agrícolas, 16 agrícolas complementados y 5 mixtos. Estos cambios se pueden observar en la siguiente Figura:

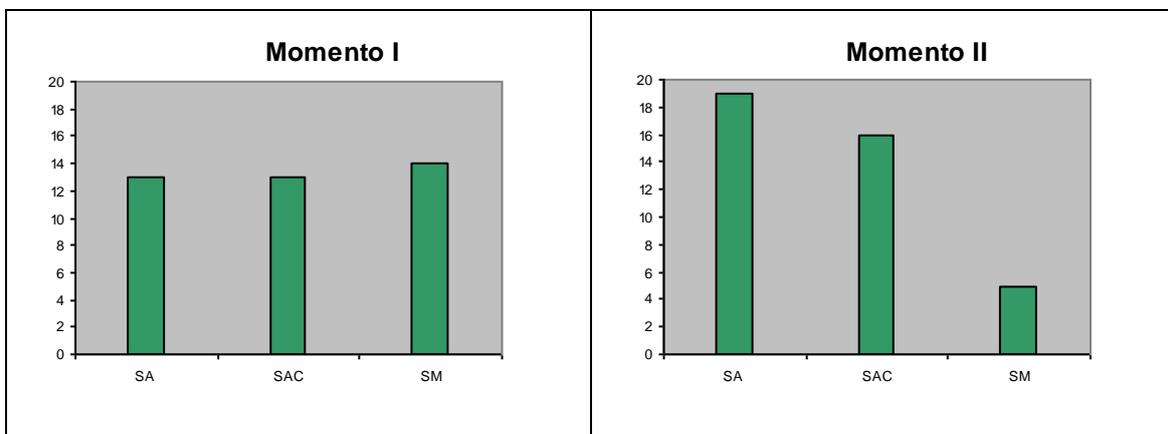
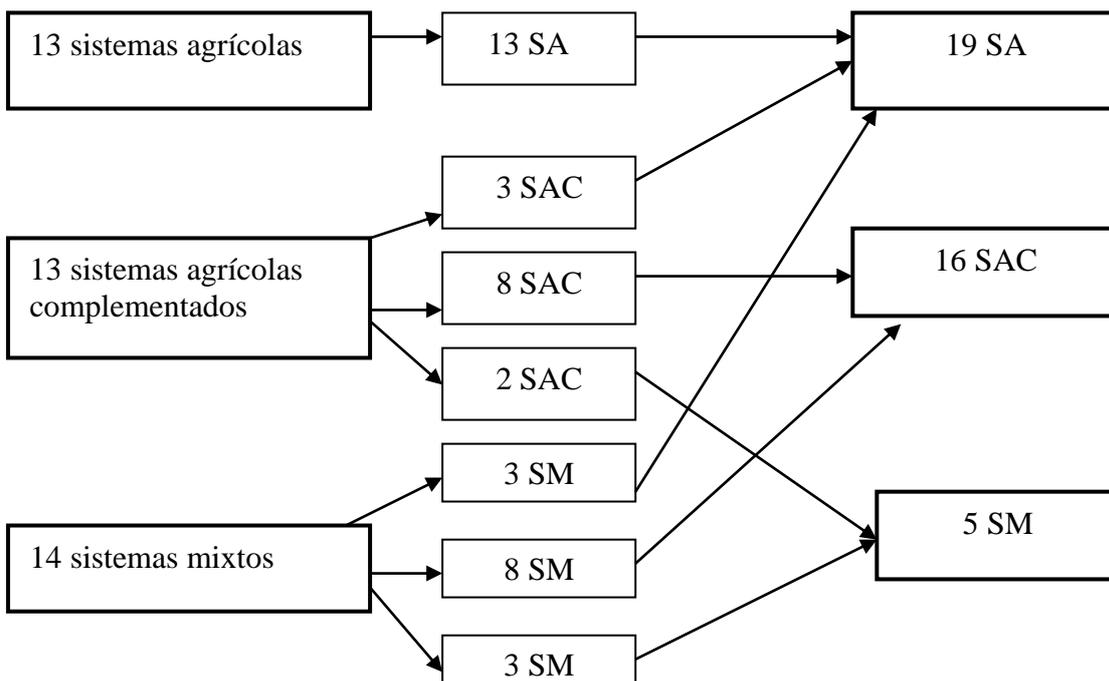


Figura 3: Cantidad de sistemas productivos según tipo, en cada uno de los momentos analizados (campaña 1997/98 y 2003/04). SA: sistemas agrícolas; SAC: sistemas agrícolas complementados; SM: sistemas mixtos. (p = 0.09).

A continuación se presenta la dinámica de estas transformaciones:



Se aprecia una tendencia a la concentración de unidades productivas en los “tipos de sistemas” con mayor porcentaje de superficie agrícola (SA y SAC). Sólo se presentan dos casos donde hay un aumento de la superficie ganadera, uno de ellos debido a la compra de un predio donde se realiza ganadería por tener suelos con capacidad de uso VI y VII (menor aptitud agrícola) y otro, por un leve aumento de la superficie de pasturas implantadas que disminuyó en menos del 75% la superficie agrícola y por lo tanto pasa de ser una SAC a SM. Muchos de los sistemas mixtos o agrícolas complementados que aumentaron su superficie agrícola transformándose en agrícolas puros, están ubicados en zonas agroecológicas menos favorables para la agricultura debido principalmente a la capacidad de uso de sus suelos y/o al deterioro de los mismo, lo que aumenta el riesgo de las actividades netamente agrícolas (Viglizzo, 1986) A esto debe sumarse el desmantelamiento de la infraestructura ganadera que dificulta el retorno a la actividad mixta.

Comparando los datos intercensales de 1988 y 2002 para el Área Homogénea II “Agrícola ganadera Central” de la Provincia de Córdoba, se registra un aumento de la superficie de cultivos anuales de un 69,1% y una disminución del 60,1% para forrajeras anuales, del 44,2 % de forrajeras perennes y 71,6% de bosques y/o montes (Hocsman y Preda, 2006), lo que estaría confirmando una creciente agriculturización de la zona central de Córdoba.

Este fenómeno tiene su correlato a nivel provincial, debido al crecimiento de la superficie dedicada a cereales y oleaginosas y el retroceso de las forrajeras, relacionándose esto a la involución de las existencias ganaderas lo que muestra claramente una tendencia creciente de la producción agrícola en desmedro de la ganadería. Esta expansión se pone de manifiesto para el año 2002, en un crecimiento de la superficie de soja y maní de más del 90%, un aumento del 30% del área de maíz y un 65% de la de trigo. Mientras que el sorgo deja de estar en las preferencias del productor disminuyendo la superficie sembrada en un 66% (INDEC, 2002). A nivel país y considerando el mismo período, la tasa media anual de crecimiento de la superficie dedicada a cultivos anuales fue de 0,3%, siendo la provincia de Córdoba una de las provincias que sufrió mayores cambios, convirtiendo un 14% de su superficie a la agricultura (Paruelo et al., 2005).

Esta transformación producida por la expansión de la agricultura y la importante disminución de los sistemas mixtos, está llevando a cambios fundamentales en la estructura del paisaje pampeano (Ghersa et al., 2002) y también a un proceso de concentración e intensificación de la producción ganadera (Navarrete et al., 2005).

3.1.1.2. Superficie del predio

Del total de productores encuestados, un 47,5% aumentó la superficie trabajada, un 20 % la disminuyó y un 32,5% trabaja igual superficie en ambos períodos. La mayoría de los productores que aumentaron su superficie lo lograron a través del arrendamiento de tierras (52,6%) y un 26% combinando compra y arrendamiento. La pérdida de superficie productiva se debió en algunos casos a la disolución de sociedades familiares, venta de parte de la superficie o imposibilidad de continuar arrendando.

El 20% de productores que accedieron a la compra de tierras, lo hicieron por lo general en la zona central de Córdoba y con un rango de tamaños de 5 a 380 has, siendo el promedio 167,4 has. Estas fueron realizadas mayoritariamente entre el año 2000 y 2002. La superficie predial promedio se incremento en general debido a un aumento del porcentaje de predios con superficies mayores a 800 has, y disminución de predios menores a 200 has, tal como se observa en la Figura 4, pasando de una media de 379 a 421 has.

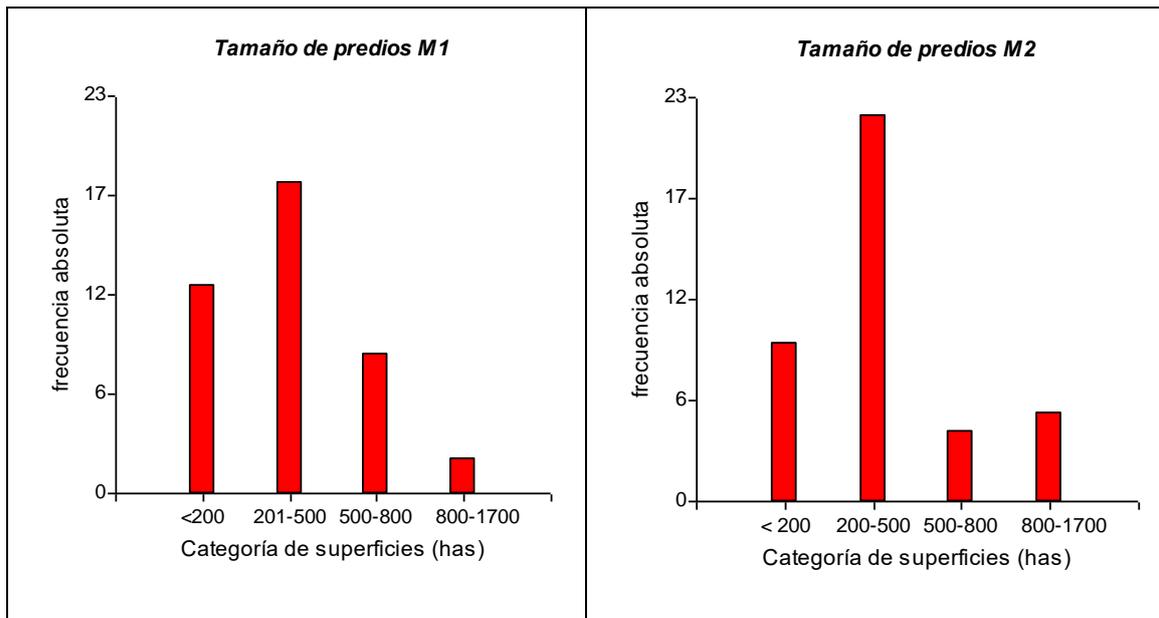


Figura 4: Número de predios según rango de superficie total en los momentos considerados

Según lo mencionado por Hoczman y Preda (2006), para el área homogénea II en el período intercensal, se produce una reducción del 41,28% de los establecimientos agropecuarios, contando para el 2002 con 4781 explotaciones. La disminución más importante corresponde a los predios menores a 500 has, destacándose una merma del 63,11% en los de 10 a 25 has y un promedio del 49% en los de 50 a 200 has. Mientras que los de 1000 a 2500 has sufren un aumento del 60,68%.

A nivel provincial, se produce una disminución de 14.412 explotaciones y la superficie promedio pasa de 361 has a 471 has (Lazzarini, 2004). El aumento de la escala productiva es una estrategia adoptada en forma creciente, Muchos de los productores encuestados manifestaron que estaban realizando gestiones para la compra de campos en otras zonas de la provincia y/o en otras provincias (Santiago del Estero y Chaco). Esto responde a que en las regiones extra-pampeanas, los precios relativos de las tierras son mucho menores que en la zona pampeana (Zak et al.,2008). El mercado de compraventa de campos cobra importancia desde el segundo trimestre de 2002; época en que comienza la modalidad de comprar campos en zonas no tradicionales utilizando como moneda de cambio un producto agropecuario como la soja (Rodríguez y Arceo, 2006).

3.1.1.3. Tenencia de la tierra

Con respecto a la tenencia de la tierra la proporción de productores que son propietarios puros, arrendatarios y aquellos que son tanto propietarios como arrendatarios no muestra variación entre momentos, predominando en ambos la figura de propietario-arrendatario en más del 60% de los casos. El aumento de escala en estos productores se produce principalmente a través del arrendamiento. Algunos accedieron a arrendar tierras cercanas a la unidad de producción a un precio más alto mientras que otros se arriesgaron a arrendar tierras de menor calidad tanto en zonas del área (con suelos de clase de uso VI) como en otras zonas de la provincia. Por otro lado, un porcentaje menor, con mayor disponibilidad de capital propio o financiado compraron tierras. El tamaño de la superficie adquirida varió en función de su ubicación, así por ejemplo aquel productor que compró más de 200 has lo realizó en la zona norte de la provincia, mientras que aquel que compró menos de 100 has fueron colindantes o cercanas a su predio.

Podemos observar en función de la siguiente Figura como el arrendamiento de tierras cobra importancia en el M2, donde la mayor proporción de productores propietario-arrendatario, trabaja más tierra arrendada que propia.

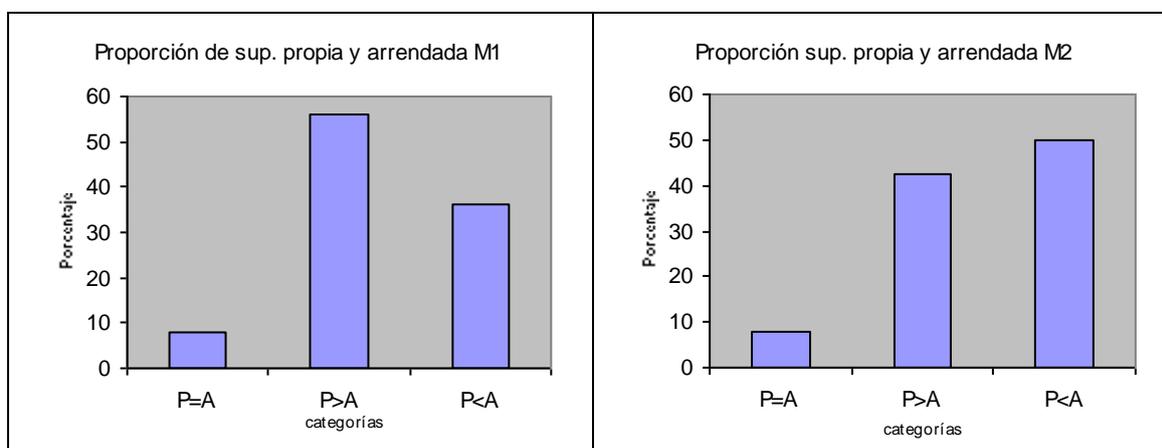


Figura 5: Porcentaje de productores según la relación de superficie predial propia (P) y arrendada (A) en los momentos considerados.

Si analizamos los datos intercensales para esta zona observamos resultados coincidentes, ya que se presenta la combinación de tierra en propiedad y otras formas de tenencia, como relevantes y donde el arrendamiento registra un incremento del 23,6 % (Hocsman y Preda, 2006).

Este tipo de estrategia favorece la combinación de formas de tenencia que tienden a incrementar la superficie trabajada sin que se produzca necesariamente un aumento de escala en la propiedad de la tierra. (Navarrete et al., 2005). La interpretación de la información censal asociada a la dinámica económica de procesos de capitalización, provocó variaciones en la cesión de tierras, registrándose para la Provincia de Córdoba un incremento de las tierras cedidas en arrendamiento del 13,8 al 24,9% (INDEC; 2002). La disponibilidad de tierras para arrendar, se debe principalmente al abandono de la explotación agrícola directa y la cesión de las tierras en alquiler, que fue la estrategia microeconómica que adoptaron los pequeños y algunos medianos productores de la región pampeana, que por los altos costos financieros y la baja rentabilidad, vieron peligrar su permanencia en la actividad productiva (Hocsman y Preda, 2006).

Para Piñeiro y Villareal. (2005), el deterioro de los precios de los productos agrícolas con relación al costo de vida, afectó la rentabilidad de las empresas agrícolas familiares, que necesitaron más hectáreas y más producción para que sus propietarios pudiesen mantener su nivel de vida. Al respecto Azcuy Ameghino (2002) plantea que el aumento de escala y la intensificación de la producción como medida para sostenerse y eventualmente crecer, responde al desarrollo asimétrico de los precios mayoristas y minoristas durante la convertibilidad (los primeros aumentaron entre 1991 y 1998 alrededor del 10% y los segundos el 52%) con el consiguiente cambio de los precios relativos. Esto se manifestó en el hecho de que la capacidad de compra minorista (ingreso familiar) se redujo sustancialmente, debido a que el ingreso real por hectárea fue en promedio un 49,1% menor, comparando el período 1992/98 con el paralelo de la década anterior.

En los últimos años a los productores familiares les resulta cada vez más difícil acceder al arrendamiento de tierras debido a la fuerte competencia impuesta por los grandes empresarios, que en primer lugar establecieron la modalidad de contratos cortos de seis meses o un año. Luego, impusieron el sistema de quintales fijos por hectárea y más tarde el pago por adelantado. A esto se suma el protagonismo de los “pooles” de siembra, que reciben y administran capital de inversión extranjero y nacional y tienen por lo tanto mayor capacidad de negociación en el arrendamiento de tierras, haciéndolo en diferentes regiones del país para disminuir los riesgos típicos de la producción agrícola (Pengue, 2005).

3.1.1.4. Mano de Obra

La disponibilidad de mano de obra por predio no presenta variaciones importantes ($p = 0,095$), aunque existe un leve aumento en los valores de las variables consideradas en el M2 (Tabla 3). En muchos casos el incremento observado de la superficie predial enmascara una disminución del uso de mano de obra, ya que la misma fuerza laboral debe trabajar en más tareas sobre una superficie mayor.

Del total de mano de obra disponible, se observa una alta incidencia de la mano de obra familiar, siendo en promedio para el M1 del 70,8% y para el M2 del 73%. En el caso de estos productores que pertenecen mayoritariamente al tipo social agrario familiar capitalizado, la mano de obra familiar es una variable importante. Así, el 45% de los SP tiene sólo mano de obra familiar en el M1 y 40% en el M2. El número más frecuente de personas que aporta este tipo de mano de obra, corresponde a dos en el M1, y a una en el M2.

Con respecto a la mano de obra permanente, se pasa de un 55% de casos al 60 %, siendo el valor más frecuente para ambos períodos el de 1 empleado asalariado por campo.

Es importante destacar que la contratación de mano de obra temporaria presenta un cambio significativo ($p = 0,002$), tal como se observa en la Figura 6. Esto se debe a que un porcentaje importante de productores demanda este tipo de mano de obra en la época de mayor concentración de tareas como son la siembra y especialmente la cosecha de granos.

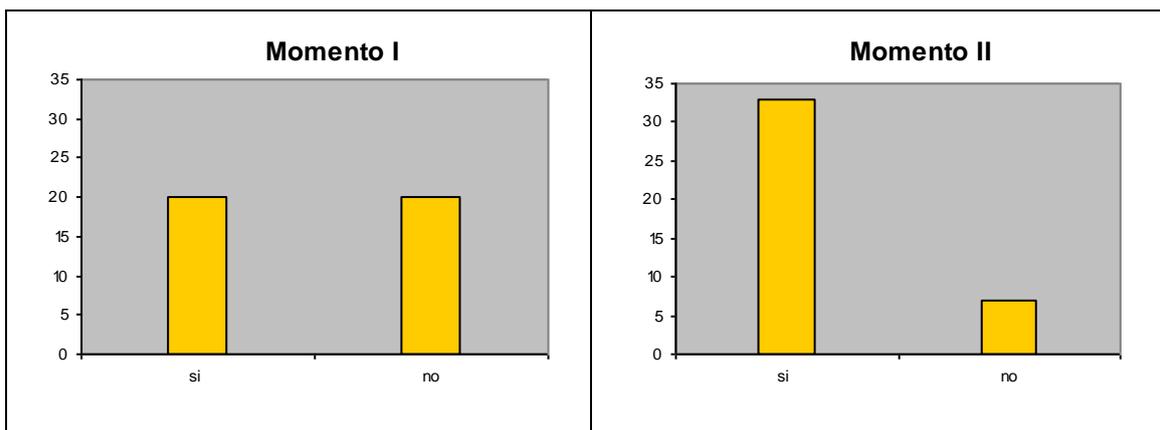


Figura 6: Número de productores que contratan mano de obra temporaria en los momentos considerados.

Los datos censales a nivel provincial muestran una disminución muy importante de la mano de obra utilizada en el sector agropecuario, ya que algo menos de la mitad de las unidades productivas no emplea mano de obra permanente. En 1988 trabajaban en forma permanente 102.325 personas (familiares y no familiares), de las cuales 38.585 eran asalariados, mientras que en 2002 lo hacían 62.270, con 23.047 asalariados, es decir que la mano de obra permanente decreció 39,1% y la que corresponde a los asalariados el 40,3 %. Una de las causas que interviene en la menor ocupación de mano de obra es la realización de muchas tareas a través de la contratación de servicio de maquinarias, así según datos del censo 2002, aproximadamente la mitad de la superficie cosechada de granos, la cuarta parte de la roturación y siembra y un 20 % del mantenimiento de cultivos fueron realizadas de esta forma (INDEC, 2002). Otro aspecto a tener en cuenta, es el efecto de los cambios tecnológicos y entre ellos fue especialmente importante la implementación de la siembra directa.(SD). Según Blanco (2001) se emplea un trabajador por cada 270 has sembradas en SD, mientras que aquellos que realizan otro sistema de labranza, utilizan un trabajador por cada 189 has. Esto produce una reducción importante de la demanda de mano de obra, siendo un 30 por ciento menos la mano de obra permanente utilizada, en relación con la agricultura convencional.

Con respecto a la mano de obra temporaria, los datos censales reflejan una importante incidencia de la contratación directa de mano de obra transitoria, siendo para el año 2002 de 737.439 jornadas, lo que equivalente a unos 3.000 trabajadores por año. (INDEC, 2002).

3.1.1.5. Residencia

Si bien en esta variable, las diferencias no son significativas ($p = 0,28$), la residencia rural pasa de un 65% a un 49%, mostrando en el período considerado una tendencia al traslado de las familias de los productores a las zonas urbanas. Por lo general se mudan a viviendas ubicadas en pueblos o pequeñas ciudades del interior de la provincia, cercanas a sus establecimientos, con poblaciones no mayores a 20.000 personas. En el caso de productores del área rural de Toledo y Lozada, debido a la cercanía a la ciudad de Córdoba, este fenómeno casi no se produce.

La emigración rural-urbana se está produciendo en ciertas localidades fuertemente vinculadas al proceso de agriculturización, donde se ha concentrado población y comercio de bienes y servicios asociados a este proceso; generando un crecimiento de la población (Navarrete et al., 2005). Esto hace que el paisaje rural se vuelva desolador, ya que la mayoría de las viviendas están abandonadas, deshabitadas u ocupadas por un empleado que sólo tiene el rol de casero (Balsa, 2002 citado por Rabinovich y Torres, 2004). Según datos del censo 2002, un 28,6%, es decir 11.688 viviendas de las explotaciones agropecuarias de la Provincia están desocupadas (INDEC, 2002) y existe un 30% menos de población rural respecto a 1988.

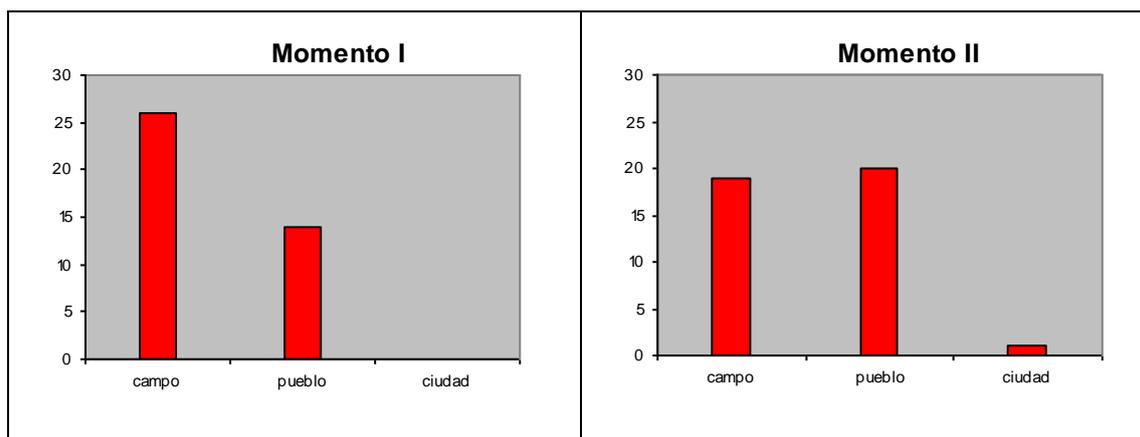


Figura 7: Número de productores según lugar de residencia en los momentos considerados.

Según Cloquell (2003) no sólo se han producido cambios en las pautas productivas sino también en las pautas culturales y de convivencia con el propio sector. Antes el hombre vivía en el campo o en el pueblo, hoy lo hace en la ciudad, se desplaza, no se vincula tan profundamente al sector y sólo lo cuenta como espacio de trabajo. La residencia predominantemente urbana de los miembros de las familias, se fundamenta en una lógica organizativa para la obtención de ingresos, muy relacionada a la economía de escala siendo el ingreso principal proveniente en la mayoría de los casos de la actividad agropecuaria.

3.1.1.6. Prestación de servicios como contratista

Esta variable muestra diferencias significativas ($p = 0,036$) (Figura 8) y se presenta como una estrategia de los productores entre otras cosas para amortizar las inversiones de maquinarias o para generar ingresos extraprediales. Si bien no son contratistas puros, la prestación de servicios es un complemento a su actividad de producción, y lo realizan generalmente en campos de productores vecinos. Sólo un 10% de los casos se trasladan a otras zonas de la provincia.

Esta modalidad ha cobrado importancia ya que muchos productores que pudieron acceder a créditos, lograron introducir cambios tecnológicos a través de la adquisición de nuevas maquinarias (o mejoraron las existentes) y contaron con mayor capacidad de trabajo que la que necesitaban para su propia producción, logrando de este modo vender servicios a otros productores. Esto llevó a ampliar las posibilidades de producción e impulsó la innovación técnica vinculada con la maquinaria agrícola (Piñeiro y Villarreal, 2005).

Si bien no es el caso de los productores encuestados, es importante destacar que no siempre esta estrategia logró ese objetivo ya que muchos productores se endeudaron y no lograron aumentar su escala de trabajo, abandonando de esta forma la actividad (Navarrete et al., 2005).

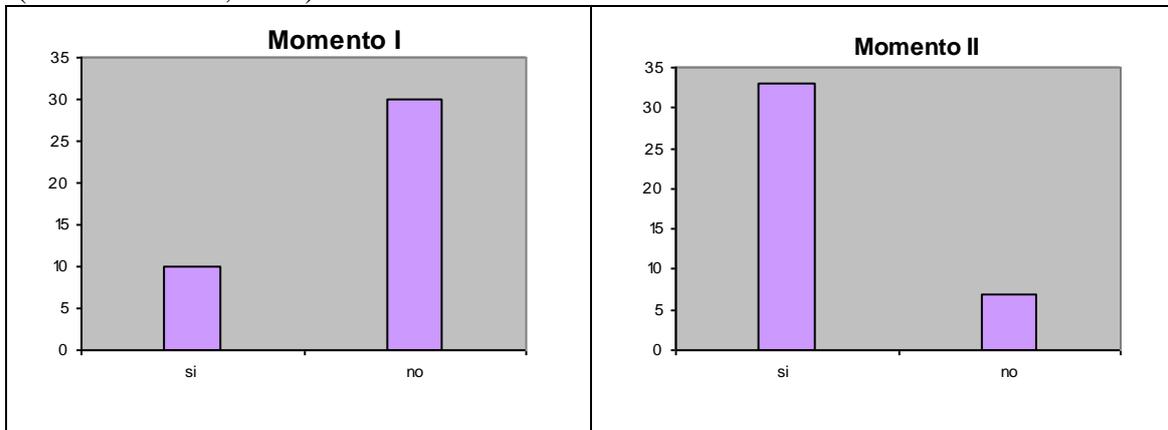
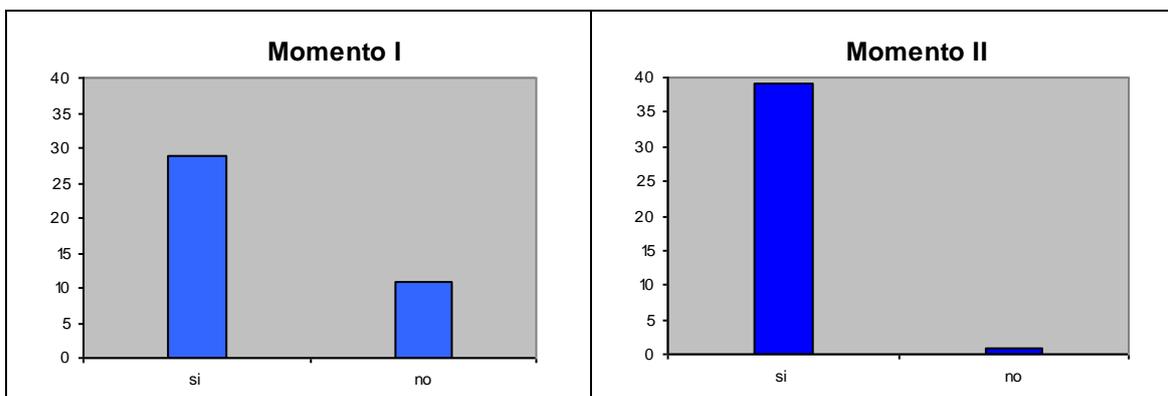


Figura 8: Número de productores que prestan servicios como contratistas en los momentos considerados.

A partir de los '90 la demanda de la contratación de servicios en las tareas agrícolas se amplia considerablemente, debido a que muchos productores tanto propietarios como arrendatarios no contaban con las maquinarias adecuadas. A modo de ejemplo, en el 2002, el 54% de las empresas agropecuarias cordobesas contrataron algún tipo de servicio (Piñeiro y Villarreal, 2005). Esta estrategia forma parte del eje estratégico actual de la explotación agrícola que no está tan centrado en la propiedad de la tierra sino en la capacidad para organizar y coordinar una red de contratos. Aún en los casos de productores propietarios de la tierra en la que trabajan, la estrategia económica y financiera más usual es la de un empresario que organiza contratos vinculados con diversos mercados: de capitales para el financiamiento, de tierras para el arrendamiento, y de servicios en el que los contratistas son los oferentes (Rabinovich y Torres, 2004).

3.1.1.7. Asesoramiento contable

Para un importante número de productores, el asesoramiento contable se ha transformado en una necesidad debido a las exigencias impositivas del sector. En nuestro caso se observa un cambio pasando del 72,5% de productores con asesoramiento contable a un 97,5%.



--	--

Figura 9: Número de productores que cuentan con asesoramiento contable. Valores p, prueba de chi cuadrado de diferencias entre los dos momentos ($p = 0,0017$)

En el censo 2002, el 45,6 % de los productores cordobeses manifestó llevar registros contables, es decir 11.966 establecimientos agropecuarios (EAPs), realizan esta gestión administrativa (INDEC, 2002). Esto forma parte de lo que expresa Blanco (2001) al plantear que se evidencia un proceso de externalización (tercerización) en las unidades productivas. Esto debido a una presencia más activa de la labor de profesionales, técnicos y asesores, lo que produce una mayor división del trabajo y exige a su vez una mayor coordinación entre todas las tareas. Debido a los costos que agrega el pago de estos servicios, las diferencias en la escala de los establecimientos son significativas para la forma que adopta este proceso.

3.1.1.8. Asesoramiento agropecuario

A diferencia de las variables categóricas precedentes, aquí se describe al asesoramiento agropecuario según tres categorías: ocasional, permanente e inexistente (Figura 10). Se observa en ambos períodos una predominancia del primer tipo debido a su asociación con la compra de insumos como semillas, agroquímicos y fertilizantes. En el M2 se presenta el asesoramiento permanente en un grupo de productores, como consecuencia del proceso de tercerización de actividades mencionado en el ítem anterior.

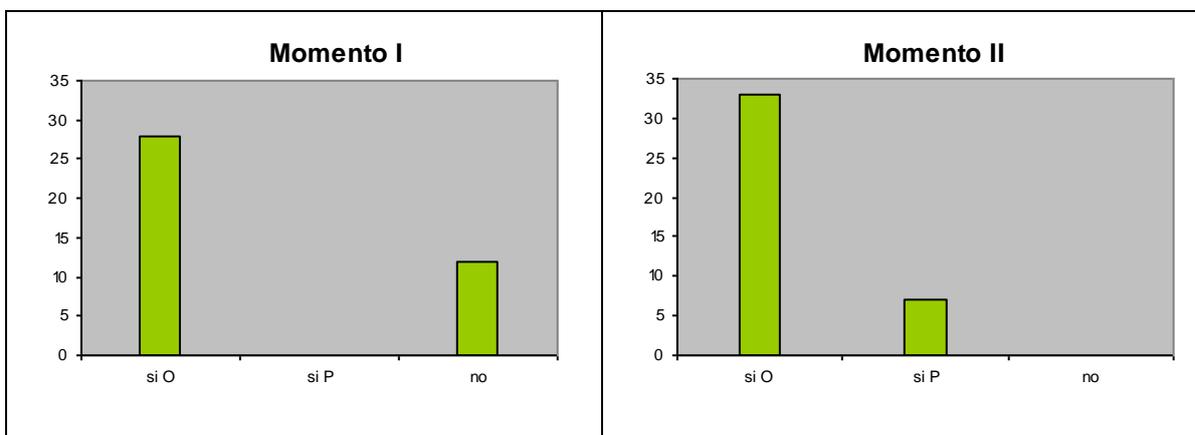


Figura 10: Número de productores según tipo de asesoramiento agropecuario con el que cuentan, Ocasional (si O), Permanente (si P), sin asesoramiento (no). Valores p, prueba de chi cuadrado de diferencias entre los dos momentos. ($p = 0,0019$)

Los datos censales del 2002 a nivel provincial, no evidencian claramente esta tendencia ya que figura como la principal demanda de asesoramiento técnico la que se realiza a profesionales independientes (5.770 EAPs por cuestiones agrícolas y 7.521 por ganadería) y en menor grado se consulta a empresas de servicios (1.799 y 196 EAPs respectivamente). En menor proporción los productores recurren a otras fuentes de asesoramiento, como por ejemplo las cooperativas, organismos oficiales nacionales y provinciales y 319 EAPs (1,21%) cuentan con personal permanente (INDEC, 2002).

De todas formas, la necesidad creciente de asesoramiento técnico, permite afirmar como menciona Grass (2006), que en la última década se cuestionan saberes que van desdibujando la identidad chacarera asentada en la idea del agricultor familiar, mientras

toma cuerpo la exigencia de una mayor profesionalización de la agricultura. La creciente externalización de las tareas productivas impulsada por los cambios tecnológicos y la diversificación de formas de comercialización (mercados a término, a futuro, etc.), implicaron cambios cualitativos en la gestión de la explotación, requiriendo en forma creciente de nuevos saberes no transmitidos por generaciones anteriores. Ellos circulan por espacios como los que proponen congresos, ferias, jornadas y el acceso a los mismos fue visualizado por los productores no sólo como costoso, sino que también como algo totalmente lejano. Sin embargo, actualmente la necesidad de actualización técnica permanente hace que los productores concurren a estos eventos como práctica habitual. De todas formas, se hace evidente, como lo plantea esta autora, que el nuevo modelo productivo irá diluyendo los saberes prácticos acumulados.

En este contexto ha cobrado importancia el asesoramiento ocasional, el cual se relaciona principalmente con las empresas proveedoras de insumos a través de sus técnicos que asocian la venta de sus productos con el asesoramiento de cuestiones técnicas puntuales. Es decir que las empresas privadas desarrollan nuevas funciones y tienden a dejar de ser simples mostradores de venta para pasar a ocupar un lugar más integrado entre la oferta de productos y el asesoramiento profesional. Esto es en parte producto del alejamiento del Estado en el cumplimiento de su rol director tradicional lo que ha otorgado mayor peso a los productores y grandes empresas en la toma de decisiones productivas estratégicas (Navarrete et al., 2005). Es así que el perfil del productor de la zona pampeana cambia a partir de los '90, profesionalizándose y adquiriendo un alto grado de conocimiento de negocios y aumentando la presencia cada vez más directa de profesionales y/o técnicos en la dirección del proceso productivo.

3.1.1.9. Participación en agrupaciones de productores

Esta variable se refiere a la participación de los productores en organizaciones de cualquier tipo, sin embargo, en las respuestas se pudo categorizar en gremiales, en cooperativas, de asesoramiento técnico, consorcio caminero, y de regantes. Como se observa en la Figura 11, esta variable sufre un cambio importante ($p = 0,0005$), disminuyendo en forma significativa el número de productores que participan activamente. Sólo el 5% de los productores pertenece a agrupaciones gremiales, en este caso Federación Agraria Argentina. En el M2 se hace más notorio el interés en la participación en consorcios camineros locales y regionales.

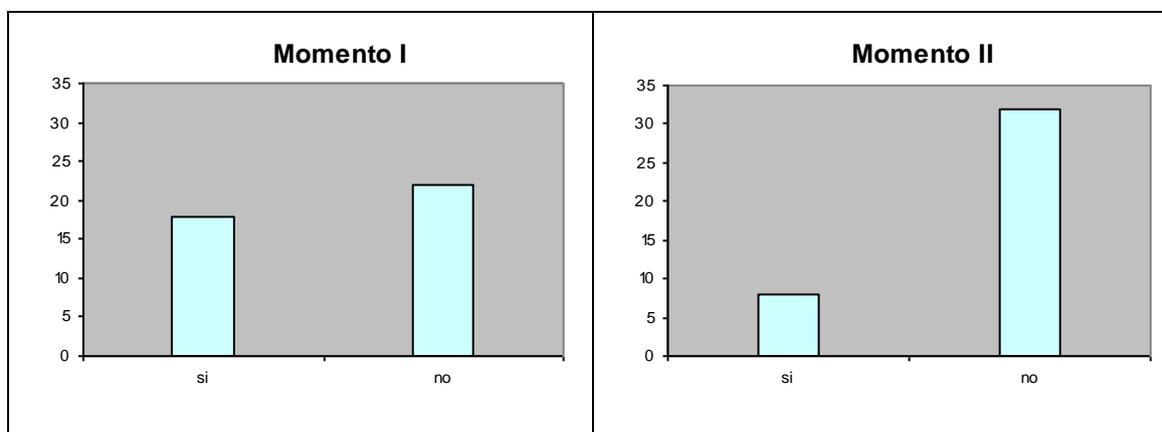


Figura 11: Número de productores que participan en organizaciones relacionadas con el sector agropecuarios

El cambio que se manifiesta, se debe principalmente a que en el M1 se estaba desarrollando el programa cambio rural del INTA. Este promovía la contratación de asistencia técnica por grupos de productores, a través del pago parcial de los salarios de los profesionales con recursos del Estado durante un tiempo limitado, al cabo del cual los productores, se esperaba, mantendrían esa asistencia con recursos propios (Boivin et al., 1997). Estos grupos se mantuvieron en la mayoría de los casos hasta que el Estado garantizó el salario del técnico y en otros casos no mantuvieron continuidad por otras razones como problemas de índole grupal, con el técnico o económicos.

Los datos censales demuestran el bajo nivel de participación de los productores en cualquier tipo de agrupación, ya que el 13,8 % está relacionado con cooperativas y sólo el 1,68 % de los mismos declaró estar asociado a entidades gremiales (FAA, S.R.A, CRA) (INDEC, 2002).

3.1.2. Síntesis de los principales cambios observados en la caracterización general de los sistemas

En la zona central de Córdoba se ha verificado un fuerte proceso de agriculturización consistente en el avance de la frontera agrícola sobre los ecosistemas naturales, y principalmente en esta área por el desplazamiento de la ganadería por parte de la agricultura (Alessandria, et al., 2001; Satorre, 1998; Zamar, 2004) Esto ha generado cambios estructurales relacionados no sólo con el crecimiento en la escala de trabajo de los sistemas productivos y las dimensiones de las explotaciones, sino también en profundas modificaciones en la proporción de los tipos de sistemas productivos implementados. Predominan sistemas de tipo agrícola y agrícola complementados con una tendencia al aumento de las hectáreas trabajadas ya sean propias como arrendadas, manifestando una cada vez mayor concentración de la tierra. Las estrategias para permanecer en la actividad, han sido principalmente el arrendamiento de tierra y la combinación de las actividades productivas con la prestación de servicios (contratista). En este modelo productivo donde prevalecen las actividades puramente agrícolas, cobra importancia la contratación de mano de obra temporaria en épocas de mayor concentración de tareas (siembra y cosecha), así como la profesionalización de la agricultura a través de la demanda de asesoramiento técnico y administrativo-contable. Las empresas proveedoras de insumos han adquirido una relevancia muy importante en el asesoramiento técnico ya que este se asocia a la venta de sus productos comerciales y en algunos casos también se dedican a la compra de productos agropecuarios. Por lo tanto la demanda de asesoramiento está ligada principalmente a las innovaciones tecnológicas y a la diversificación en las formas de comercialización. Otros de los efectos producidos es una disminución importante de la residencia rural con un proceso migratorio de las familias a localidades cercanas a las unidades productivas donde se produce un aumento de la población y de actividades comerciales relacionadas al sector agropecuario. Se observa una marcada disminución de la participación de los productores en agrupaciones de distinto tipo, destacándose la desaparición de muchos grupos de “cambio rural” que se habían formado en los '90 con la asistencia financiera del Estado.

3.2. Análisis Comparativo del Uso de la Tierra

Uno de los rasgos distintivos del proceso de agriculturización, fue el cambio en el uso de la tierra en función de la asignación de rubros o actividades a la superficie trabajada. Para Van Latesteijn (1993) el uso de la tierra hace referencia al propósito por el cual la tierra es ocupada, el cual junto con las tecnologías utilizadas afectan la funcionalidad de los ecosistemas. Esta fue la base para seleccionar una serie de variables que permitieran identificar e interpretar las modificaciones en los patrones de uso de la tierra y sus efectos a nivel ambiental. Se desarrollaron una serie de índices que reflejan los cambios tanto en forma espacial, a nivel de número de especies cultivadas, proporción de las mismas, similitud de importancia, como temporal a través del tipo de alternancia de especies en una sucesión de cultivos.

En la Tabla 4 se presentan las variables seleccionadas y su caracterización:

Variables	Media Momento I	[Mínimo; Máximo]	Media Momento II	[Mínimo; Máximo]	Significancia de las diferencias(*)
Riqueza	3,73	[1,00 ; 8,00]	3,03	[1,00 ; 6,00]	0,0080
Diversidad Simpson	2,56	[1,00 ; 4,72]	1,72	[1,00 ; 4,41]	<0,0001
Diversidad Shannon	0,98	[0,00 ; 1,64]	0,63	[0,00 ; 1,58]	<0,0001
Equitatividad Simp.	0,65	[0,00 ;0,99]	0,55	[0,00;0,98]	0,0119
Equitatividad Shan.	0,71	[0,00 ; 0,98]	0,57	[0,00; 0,98]	0,0112
Intensidad de uso	2,32	[1,18 ; 4,00]	2,67	[1,67 ; 4,00]	0,009
Diversidad temporal	1,35	[0,52 ; 2,53]	1,17	[0,59 ; 1,73]	0,007
% soja	62,41	[0 ; 100]	75,48	[42,8 ; 100]	0,007

Tabla 4: Estadística descriptiva de las variables cuantitativas que caracterizan el patrón de uso de la tierra en los momentos considerados. (*) valores p, prueba t apareada de diferencias entre las dos campañas (1997-2004)

El porcentaje de superficie destinada a agricultura, que fue analizado como un aspecto primordial dentro de las características generales de los sistemas productivos, si bien no se presenta en la Tabla 4, constituye una variable básica para poder comprender el comportamiento de aquéllas seleccionadas como indicadoras de cambios en el uso de la tierra. El aumento producido en esta variable del 80 al 89,45%, indica una menor proporción de superficie destinada a forrajeras perennes y anuales. Esta situación influye decididamente en los valores hallados de las variables que caracterizan tanto los patrones espaciales como temporales de uso de la tierra.

3.2.1. Patrones espaciales de uso de la tierra

El análisis de las variables riqueza, diversidad, equitatividad y porcentaje de superficie destinada al cultivo de soja, expresan la diversificación productiva del sistema en un momento determinado.

Con este análisis, si bien no se logra interpretar a la agrobiodiversidad, que fue definida por Brookfield y Stocking (1999) como la diversidad biológica en tierras usadas para propósitos productivos abarcando los cultivos, especies semidomésticas y nativas, se considera importante conocer la combinación de especies cultivadas con el propósito de sostener o incrementar la producción, disminuir riesgos y mejorar la conservación de los recursos.

En relación a la riqueza (número de especies implantadas) se observan diferencias significativas ($p = 0,008$) entre M1 y M2, destacándose un cambio en el valor máximo que pasa de 8 a 6 especies y los valores menores o iguales a 3 que aumentan su presencia de un 45% a un 70%. Esto confirma una disminución importante en el número de especies cultivadas en los sistemas productivos, siendo 2 el valor más frecuente de riqueza, presentándose en el 22,5% de los casos en el M1 y en 37,5% en el M2. Estos resultados se relacionan con la mayor proporción de sistemas agrícolas en el último período considerado, los cuales presentan un número bajo de especies cultivadas, siendo los principales soja, maíz y trigo. Las forrajeras también sufren una disminución importante del número de especies utilizadas, dominando principalmente el uso de alfalfa y disminuyendo la siembra de verdeos tanto invernales como estivales.

En la siguiente Tabla se presenta los valores promedios de riqueza por tipo de sistemas:

Tipos de sistemas	Riqueza M1	Riqueza M2
SA	2,08	2,01
SAC	4,31	3,69
SM	4,71	4,00

Tabla 5: Valores promedios de Riqueza para cada tipo de sistema en cada momento considerado

Analizando los datos presentados se observa que independientemente del tipo de SP, todos han sufrido una disminución de su riqueza, destacándose los SAC y SM con una reducción porcentual del 14% y 15% respectivamente.

Se observan diferencias en diversidad espacial ($p < 0,0001$) y equitatividad ($p = 0,011$) que expresan la proporción en que se encuentran las diferentes especies y la similitud de su importancia relativa respectivamente. En el M2 los valores de estas variables son menores debido principalmente a la mayor asignación de superficie al cultivo de soja lo que se refleja en su valor mínimo que pasa de 0 al 42,8%.

Para determinar la diversidad se han utilizado índices que comúnmente se aplican en estudios ecológicos de comunidades (Magurran, 1983). Sin embargo, autores como Venegas Valdebenito (1997), Viglizzo y Roberto (1989), los han aplicado en sistemas productivos como indicadores de estabilidad y sustentabilidad predial. Estos son el índice de diversidad de Shannon (H), que expresa la relevancia de las especies menos comunes, con valores para este estudio entre 0 a 1,6 y el índice de diversidad de Simpson (S), que resalta la importancia de las dominantes, con valores entre 1 y 4,7. En el caso de H un valor de 0 corresponde a un sistema que para el período considerado presenta un 100% de la superficie asignada a un solo cultivo, mientras que el valor máximo (1,6) corresponde a un sistema con una riqueza de 6 y una proporción relativamente equilibrada de los mismos. Mientras que si se analiza S, un valor de 1 correspondería al valor 0 de H y un valor 4 al de 1,6. Al analizar las dos variables (S y H), se observa un menor valor en el M2, lo que nos estaría indicando una tendencia

general a asignar superficies en forma desequilibrada para los diferentes cultivos, presentando una dominancia de una o dos especies. Los cambios entre los dos momentos para la diversidad S, muestran que los valores menores a 2 pasan de un 40 a un 70% y los mayores de 3 de un 40 a un 2,5% lo que refleja una importante disminución de la diversidad para el último periodo considerado, ya que significa que el 97.5% de los sistemas productivos analizados tiene valores de diversidad menores a 3.

Al analizar los datos por tipo de sistemas, se observa en la Tabla 6 que dentro de cada tipo de sistemas se ha reducido la diversidad de especies, siendo principalmente notable en los SAC y SM con una disminución del 36.6 % y 25% respectivamente.

Tipos de sistemas	Diversidad S M1	Diversidad S M2
SA	1,59	1,47
SAC	2,84	1,80
SM	3,21	2,41

Tabla 6: Valores promedios de Diversidad de Simpson para cada tipo de sistema en cada momento considerado

En el caso del índice de equitatividad, los valores muestran una disminución significativa, pasando de 0,71 a 0,57 (Simpson). En este índice los valores cercanos a 0 indican una mayor inequidad y el 1 la máxima equidad. Esto demuestra en el momento 2 que la distribución de especies tiene una menor similitud de importancia relativa, dominando una o a lo sumo dos de ellas. Analizando los datos utilizados en la construcción del índice observamos que la especie dominante en los sistemas productivos estudiados independientemente de su tipo, es la soja.

3.2.2. Patrones temporales de uso de la tierra

Para caracterizar los cambios del uso de la tierra en el tiempo, fue preciso elaborar dos índices: el de intensidad de uso que hace énfasis en el grado de permanencia (perenne-anual) y en el propósito (agrícola-ganadero) de una especie vegetal en el sistema productivo y el de diversidad temporal que hace referencia al tipo y calidad de la alternancia de especies en una sucesión determinada.

El índice de intensidad de uso representa la presión de uso que se ejerce sobre el suelo. Este índice para un sistema con una agricultura continua de 100% de doble cultivo, por ejemplo trigo-soja-trigo-soja, tiene el valor más alto que es 4 , mientras que valores menores a 2 le corresponden a sistemas que tienen en su esquema productivo, cierto porcentaje de pasturas perennes implantadas. Del total de productores encuestados, un 62,5% aumentó la intensidad de uso, presentando diferencias significativas ($p = 0,009$) entre los dos períodos. Esto puede ser atribuible en general, a un aumento promedio del 11 % de superficie de doble uso anual y a una disminución del 5% de pasturas implantadas. Es importante destacar que, del total de casos estudiados en el M1, un 22,5% tenía índices de uso inferiores a 2, mientras que en el momento 2 esta proporción baja al 7,5%. En cambio, los valores entre 3 y 4 aumentan del 12,5 al 25%, lo que estaría confirmando la tendencia a un mayor uso de cultivos agrícolas con o sin descanso invernal y por ende a una mayor intensidad de uso de la tierra.

En la siguiente Tabla se presenta este índice discriminado por tipo de sistemas y se observa que los mixtos tienen menor intensidad de uso en los dos momentos, atribuido a un mayor porcentaje de especies perennes en cada período considerado.

Tipos de sistemas	Intensidad de uso M1	Intensidad de uso M2
SA	2,66	2,64
SAC	2,30	2,78
SM	2,01	2,31

Tabla 7: Valores promedios de Intensidad de uso para cada tipo de sistema productivo en los dos momentos considerados

Analizando cada campaña, observamos que en el M1 casi el 50% de los sistemas agrícolas tenía un valor de uso 2 (100 % cultivos anuales estivales con descanso invernal) y los valores variaban entre 2 y 4, siendo este último valor como habíamos expresado el que corresponde a un 100% de doble cultivo. En los agrícolas complementados los valores variaron entre 1,75 (con 14% de pastura implantada y 86% de un solo uso anual) y 3,76 (solo 1% de monte y 93% de doble uso) y en los mixtos entre 1,18 (con 25% de monte y 12% de pastura implantada y 47% un solo uso anual) y 2,66 (sin pasturas implantadas y con un 56% de uso anual y 38 % de doble uso).

Para el M2 el índice promedio de los sistemas agrícolas no presenta grandes cambios con respecto al M1, pero hay mayor variabilidad de situaciones que se deben a las transformaciones ocurridas en los tipos de sistemas. Por ejemplo tenemos un valor mínimo de 1,67 (con un 16% de monte de protección y 83% de uso anual), un valor de 3,83 que corresponde a un 8 % uso anual y 92% de doble uso y el máximo de 4 (con 100% doble uso). A diferencia del M1 sólo el 21% de los SA presentó intensidad de uso 2, lo que indicaría la sustitución de la práctica de descanso invernal por el uso del doble cultivo.

Los sistemas agrícolas complementados varían entre 2,06 (13% de pastura implantada, 63% de un uso anual y 18% de doble uso) y 3,72 (3% pastura implantada, 3% uso anual y 92% doble uso) y los mixtos varían entre 1,72 (con un 55% de monte, 5% pastura perenne implantada y 42% de doble cultivo) y 3,21 (74% doble uso y 10% un uso anual y 10% pastura implantada).

En el M2 se observa un valor mayor de los índices de intensidad de uso para los SAC y SM producido por un aumento de la proporción de superficie destinada al doble cultivo. Si tomamos como ejemplo a los SM, un 40% de estos no realizaba doble cultivo y su porcentaje promedio era de 16,7%, pasando en el M 2 a un 37,6%.

La tendencia al aumento de la superficie agrícola tiene su correlato en el incremento de intensidad de uso de la tierra, siendo la causa principal el mayor porcentaje de doble uso anual de la tierra tanto en sistemas agrícolas como mixtos. En estos últimos si bien se mantiene un porcentaje de superficie ganadera, el uso intensivo de la parte agrícola es notorio.

La diversidad temporal hace referencia, en un período de dos campañas consecutivas, al tipo y calidad de la sucesión de especies, y la proporción en que se encuentran en función de la superficie total. Un valor de 2 expresa, por ejemplo, un 100% de rotación

entre gramíneas y leguminosas en el período estival. El valor 1 corresponde a una sucesión soja-trigo-soja en toda la superficie del predio y a medida que el valor se acerca a 0 indica mayor proporción de sucesiones entre cultivos de la misma familia o de la misma especie (monocultivo).

Las sucesiones agrícolas más frecuentes son: soja-soja, soja-maíz, soja-sorgo y soja-trigo-soja. En la parte ganadera se encuentran lotes con permanencia de alfalfa implantada en el período considerado, o combinaciones de verdeos anuales con pasturas perennes como alfalfa-avena-moha. Se presentan además, sucesiones entre cultivos agrícolas y forrajeras como soja-trigo-alfalfa o sorgo forrajero-avena-soja como para mencionar algunas de ellas.

Se observa que un 72,5% de los productores disminuyeron su diversidad temporal, causado principalmente por una mayor proporción de la sucesión soja-soja y de la de soja-trigo-soja.

En la Tabla 8 se presenta la variación de la diversidad temporal según tipo de sistemas productivos

Tipos de sistemas	Diversidad temporal M1	Diversidad temporal M2
SA	1.15	1.09
SAC	1.40	1.27
SM	1.51	1.19

Tabla 8: Valores promedios de Diversidad temporal para cada tipo de sistema productivo en los dos momentos considerados

Se observa que los SA son los que tienen los menores valores de diversidad temporal pero su variación no ha sido tan pronunciada como en los SAC y SM donde se su disminución es del 9,2% y 21% respectivamente.

Este resultado está asociado a un aumento del porcentaje promedio de soja sobre la superficie total que pasa de una 62,4% en el M1 al 75,5% en el M2 y a que en el último período considerado el 100% de productores tiene incorporada a la soja en su esquema productivo con una superficie mínima de por lo menos el 42%.

Los índices descriptos para los dos momentos permiten analizar los cambios en las estrategias utilizadas por los productores en el uso de la tierra. Según Viglizzo et al. (2002) este es un indicador de la sustentabilidad agroecológica ya que permite visualizar las alteraciones ambientales producidas. La situación plasmada está relacionada con el proceso de simplificación que produce la agricultura en la estructura del medio ambiente, reemplazando la diversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos (Altieri, 1992). Esta modificación, produce pérdida de biodiversidad y por lo tanto afecta una serie de procesos de renovación y de servicios ecológicos tales como, el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de procesos hidrológicos y de plagas, la detoxificación de compuestos químicos, etc. Estos procesos son en su mayor parte biológicos por lo que su persistencia depende de la diversidad biológica (Altieri, 1987). En los agroecosistemas (AES) definidos como sistemas ecológicos que son intensivamente manejados con el propósito de producir alimentos, forrajes y fibras (Smith et al., 2000), la biodiversidad, puede ser tan variada como los diversos cultivos, malezas, artrópodos o

microorganismos involucrados. Esta está determinada en función de la ubicación geográfica, características edafo-climáticas y condiciones socio-económicas. En los AES, se puede manejar el ensamblado espacio-temporal de cultivos, animales, suelo y otros factores, teniendo como premisa básica el mantenimiento de la diversidad biológica, para lograr un aumento de los sinergismos y promover procesos de reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y estimular el control biológico de plagas a través de las relaciones tróficas entre plantas, insectos o agentes patógenos (Diaz et al., 1986). Como se aprecia en este estudio, los AES son dinámicos y están sujetos a niveles distintos de intervención, de manera que las secuencias de cultivos en el tiempo y espacio están cambiando continuamente debido a factores biológicos, culturales, socioeconómicos y ambientales. Tales variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad espacial y temporal característicos de las regiones productivas agropecuarias (Altieri, 1995; Gliessman, 2001).

La diversidad es reconocida como una importante propiedad de los sistemas ecológicos como así también de los agropecuarios y se presenta en una diversidad de formas, diversidad temporal, diversidad espacial, diversidad de especies y variedades o genética dentro de poblaciones (Viglizzo, 1994a). En general se reconoce como un principio ecológico que la diversidad está íntimamente ligada a la estabilidad. Esta propiedad de los sistemas implica la capacidad del ecosistema de soportar perturbaciones sin perder sus mecanismos de autorregulación. Además, está relacionada a las fluctuaciones de la productividad, que resultan de cambios en el ambiente físico y social de los AES y se puede analizar en función de la variabilidad de la productividad a través del tiempo (Conway, 1986; Marten, 1987).

En estudios de sistemas productivos en la zona pampeana, los resultados sugieren que algún grado de diversificación de actividades puede disminuir el efecto de disturbios externos tanto en términos biológicos como económicos (Viglizzo et al., 1984; Viglizzo, 1986 y Viglizzo y Roberto, 1989). Así, sistemas puramente agrícolas con baja diversidad muestran una menor estabilidad que sistemas donde se combinan actividades ganaderas con agrícolas. Esta tendencia es más marcada en ambientes con limitaciones edáficas y climáticas (Viglizzo et al., 1995). En los sistemas productivos estudiados, este fuerte proceso de agriculturización asociada a una disminución de la diversidad tanto espacial como temporal, se produce en una zona semiárida que presenta dichas limitaciones debido a su régimen de lluvias y a la presencia en ciertas zonas, de suelos con capacidad de uso con poca aptitud agrícola, por lo que la estabilidad de los SP se encuentra fuertemente comprometida. Los cambios en el uso de la tierra reflejados a través de los índices utilizados, confirman una importante simplificación de la diversidad productiva de los sistemas lo que afecta tanto la estructura y dinámica de los mismos, alterando los procesos biológicos que garantizan su estabilidad y transformándolos en sistemas cada vez más dependientes de subsidios externos para mantener su permanencia.

3.2.3. Cambios en los rubros productivos

En esta sección, se analiza la dinámica de las especies vegetales en las transformaciones ocurridas en los arreglos espaciales y temporales del uso del suelo. Para ello consideraremos las especies que se han mantenido, incorporado o se dejaron de utilizar en los SP.

3.2.3.1. Rubros agrícolas

Los cultivos de cosecha han sufrido un importante cambio en el período considerado producto de los procesos de agriculturización y sojización que hemos mencionado. En este caso y para los SP estudiados se observa en la siguiente Figura los rubros agrícolas que mantienen importancia en la estructura productiva de los mismos.

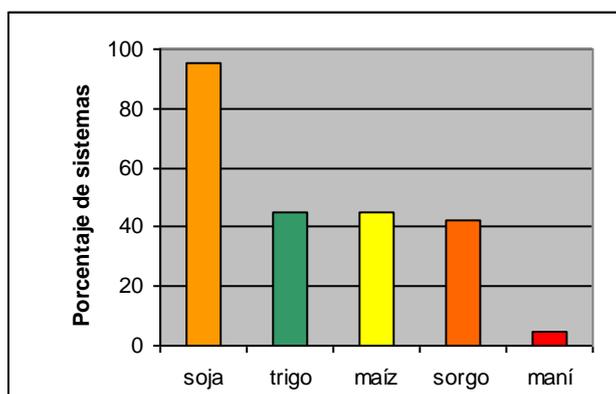


Figura 12: Porcentaje de SP que mantienen cultivos de cosecha en su estructura productiva en los dos momentos (M1-M2)

El cultivo de soja que fue identificado como rubro principal, se mantiene en la mayoría de los SP, le siguen en importancia con una similar participación los cultivos de maíz, sorgo y trigo que se mantienen en aproximadamente un 40% de los casos. El cultivo de maní que fue uno de los rubros productivos característicos de la zona homogénea II durante la década del '80, sólo se mantiene en un 5% de los SP.

En la siguiente Figura se presentan los cultivos que se han incorporado en este período a los SP.

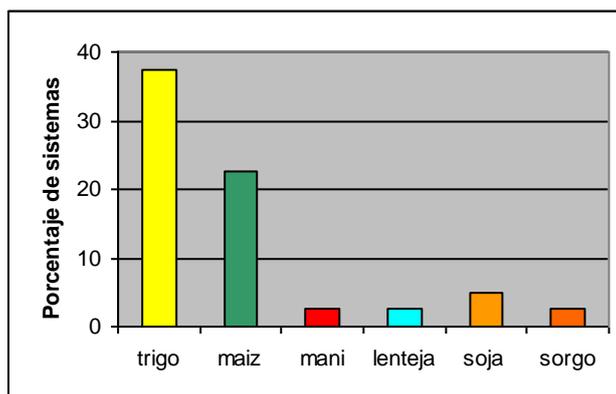


Figura 13: Porcentaje de SP que incorporaron cultivos de cosecha en su estructura productiva entre M1 y M2

Las gramíneas son los cultivos que han cobrado importancia como nuevos componentes de la estructura productiva de un porcentaje importante de SP. Se destaca principalmente el trigo y en segundo lugar al maíz. Las gramíneas en general, han sido incorporadas con el fin de aportar una mayor cobertura a los suelos, debido a su mayor volumen de rastrojos. Sin embargo en el caso del trigo también se debe al objetivo de lograr dos cosechas en un mismo año, que según las condiciones climáticas puede o no

ser positivo desde el punto de vista económico, asumiendo por parte del productor el riesgo que implica en la zona semiárida la siembra de gramíneas invernales de cosecha. La introducción de rubros no tradicionales como la lenteja es poco relevante. En la Figura 14 se representan los cultivos que han perdido importancia en el arreglo productivo de los AES.

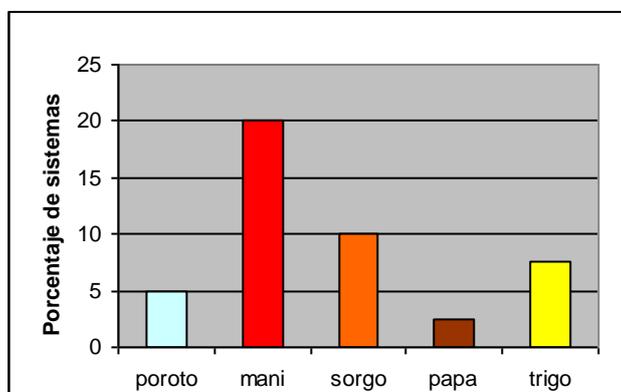


Figura 14: Porcentaje de SP que abandonaron cultivos de cosecha en su estructura productiva entre M1 y M2

En los SP estudiados, el principal rubro que perdió importancia en el período de referencia es el maní en un 20% de los casos, aunque muchos productores habían dejado de producirlo antes del año 1997 (M1). En ciertos SP se descarta la elección del trigo debido al alto riesgo que implica su producción en la zona semiárida y del sorgo debido a su baja rentabilidad. El abandono del poroto se circunscribe a los SP de la zona de Lozada que tradicionalmente fue una zona porotera.

3.2.3.2. Rubros forrajeros

La superficie destinada a la ganadería ha sufrido una importante reducción y con ella la utilización de especies tanto anuales como perennes que se utilizan en la alimentación del ganado. En la siguiente Figura se presentan las especies que se han mantenido en la base forrajera de los SAC y SM.

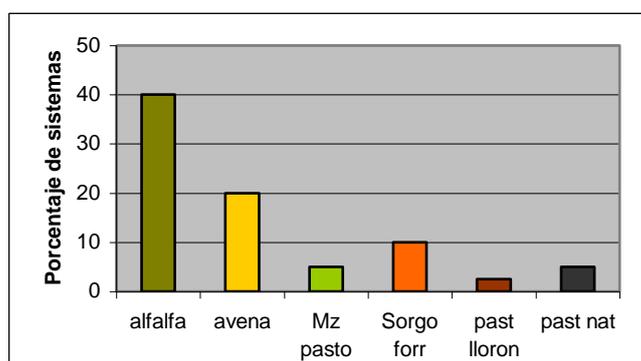


Figura 15: Porcentaje de SP que mantuvieron forrajeras en su estructura productiva en los M1 y M2

La alfalfa es la forrajera perenne y la avena la anual, con mayor porcentaje de permanencia en estos tipos de sistemas. Se ha disminuido en general la siembra de verdeos anuales tanto invernales como estivales, incrementando la superficie con alfalfa. Esta especie ha tenido un desarrollo genético importante en los últimos años lo

que le permite a los productores utilizar variedades más adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas y resistentes a insectos y enfermedades.

Se observa un número reducido de sistemas que incorporan rubros forrajeros y sólo se destaca el sorgo forrajero como verdeo estival incorporado en los esquemas de cadenas de pastoreo.

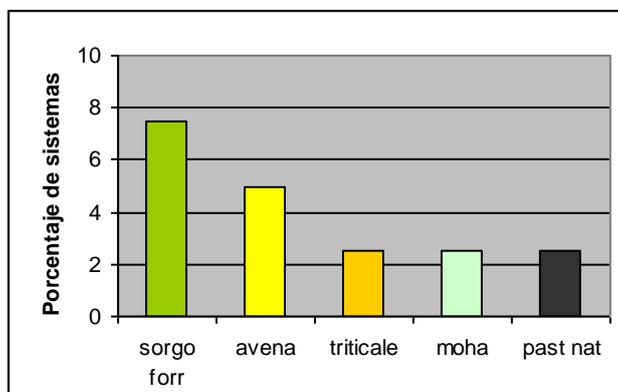


Figura 16: Porcentaje de SP que incorporan forrajeras en su estructura productiva entre M1 y M2

En los sistemas que han abandonado o disminuido la actividad ganadera se destaca el caso de la avena como el verdeo invernal que se ha dejado de utilizar en mayor proporción. Las especies forrajeras que fueron sustituidas principalmente por rubros agrícolas, eran las responsables de la mayor riqueza y diversidad de los SM en el M1 y de una menor intensidad de uso. Cabe destacar que algunos SA en el M1 utilizaban la avena como cultivo de cobertura invernal, práctica que ha quedado en desuso en el M2.

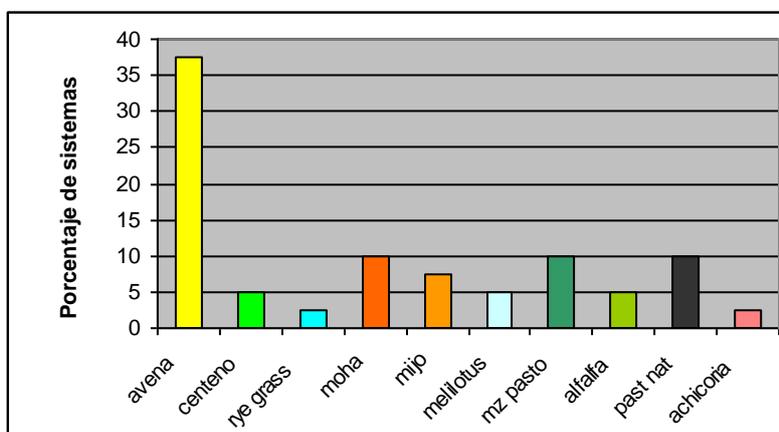


Figura 17: Porcentaje de SP que abandonaron forrajeras en su estructura productiva (M1-M2)

3.2.4. Síntesis de los cambios en el uso de la tierra

El patrón de uso de la tierra en el período considerado ha sufrido transformaciones significativas en los sistemas productivos estudiados, produciéndose una disminución de la riqueza expresada a través de la utilización de un número muy bajo de especies cultivadas, con una predominancia de SP con menos de 3 especies; una disminución de la diversidad espacial donde se produce la dominancia de sólo 1 o 2 especies y una importante inequitatividad en la asignación de superficie destinada a cada una de ellas.

Los índices temporales de uso de la tierra también demuestran que se produce una mayor intensidad de uso en un 62,5% de los SP, producto de un aumento de la superficie destinada al doble cultivo anual y a una disminución de la superficie destinada a pasturas perennes. Si bien todos los tipos de SP manifiestan un aumento en la intensidad de uso entre momentos, los mixtos presentan los menores valores de dicha variable. La diversidad temporal ha sufrido una importante disminución debido al aumento de la superficie destinada a secuencias mono-específicas (monocultivo) o a la prevalencia del doble cultivo en las mismas.

El comportamiento de estas variables en los distintos tipos de sistemas productivos tuvo un comportamiento similar ya que todos los SP disminuyeron su riqueza, diversidad espacial, equitatividad, diversidad temporal y aumentaron su intensidad de uso. Sin embargo las variaciones más importantes en dichas variables entre los dos momentos considerados se produjeron en los SAC y SM.

Los resultados presentados en las distintas variables utilizadas para definir el patrón de uso espacial y temporal demuestran que prevalecen las actividades agrícolas especializadas en uno o dos cultivos, con una alta intensidad de uso y escasa rotación de cultivos, provocando sistemas cada vez más inestables y vulnerables desde el punto de vista ambiental y económico. Esta situación es producto de las transformaciones sucesivas del ecosistema original maduro, menos productivo, estable y con un equilibrio dinámico, hacia un estado más joven y productivo, menos estable y sustentable que provee un beneficio económico en el corto plazo (Viglizzo et al., 1991).

Para Navarrete et al (2005) la falta de diversificación productiva constituye una de las principales amenazas a la sostenibilidad del sistema productivo pampeano. A la simplificación de los sistemas desde el punto de vista ecológico con los ya mencionados efectos a nivel de la pérdida de servicios ecológicos y los problemas ya existentes de degradación ambiental (Navarrete et al., 2005), se le suma el aumento de la vulnerabilidad de los sistemas productivos por la especialización de la producción en un número reducido de productos destinados fundamentalmente a la exportación. La soja y su complejo agroindustrial concentran un 50% de éstas, lo que implica una marcada vulnerabilidad a fluctuaciones tanto en los precios como en la demanda.

Los rubros agrícolas más importantes en el M2 son la soja, trigo y maíz, con una disminución muy marcada de rubros que han tenido importancia regional como el maní y el poroto. A nivel forrajeras si bien su superficie total ha disminuido, se mantienen la alfalfa como pastura perenne y la avena como verdeo anual en las preferencias del productor.

3.3. Análisis Comparativo del Manejo Tecnológico

La comparación entre momentos nos permite visualizar cambios tecnológicos importantes en sistemas de labranza, intensificación de la producción y control de factores bióticos adversos. Estos están íntimamente relacionados, como se planteó oportunamente en la Introducción, ya que se incorporó en la década del '90 en los esquemas productivos un "paquete tecnológico" asociado al cultivo de soja que incluía la siembra directa, el uso de semillas transgénicas y el control exclusivamente químico de malezas e insectos. La incorporación de esta tecnología es parte del proceso de

agriculturización y sojización que toma una dimensión particular en nuestro país a partir de la incorporación de las semillas transgénicas produciendo una transformación sin precedentes en la dinámica del sector agropecuario. El análisis de los cambios tecnológicos en este estudio se enmarca en dos momentos caracterizados por situaciones contextuales diferentes y que inciden en las estrategias de manejo tecnológico de los productores estudiados. Si bien en este estudio se compara dos momentos concretos, estos cambios fueron incorporados en diferentes tiempos y formas según los productores encuestados.

En la Tabla 9 se presentan los valores de las variables seleccionadas para caracterizar los cambios tecnológicos

Variables	Media Momento I	[Mínimo; Máximo]	Media Momento II	[Mínimo; Máximo]	Significancia de las diferencias(*)
% SD total	30,79	[0 ; 100]	84,31	[0 ; 100]	<0,0001
UTAs mecánicas/ha	2,59	[0,87 ; 4,47]	1,55	[0,82 ; 3,16]	<0,0001
UTAs químicos/ha	0,57	[0 ; 1,21]	1,08	[0,35 ; 2,38]	<0,0001
UTAs totales/ha	3,17	[1,65 ; 5,07]	2,64	[1,32 ; 4,35]	0,009
% doble cultivo (tr-sj)	16,25	[0 ; 100]	37,54	[0 ; 100]	0,0003
% pasturas perennes	13,44	[0 ; 72,80]	8,20	[0 ; 57,10]	0,0524
% barbecho invernal	55,58	[0 ; 100]	51,59	[0 ; 100]	0,527
Nº total aplicaciones de herbicidas en soja	1,70	[0 ; 3]	2,95	[1 ; 6]	<0,0001
Nº total aplicaciones de insecticidas en soja	1,58	[0 ; 3]	2,50	[0 ; 6]	<0,0001
Índice de toxicidad de agroquímicos en SP	64,74	[0 ; 167,1]	150,49	[54,2; 222,6]	<0,0001

Tabla 9: Estadística descriptiva de las variables utilizadas para la caracterización de los cambios tecnológicos en los dos momentos considerados. (*)valores p, prueba t apareada de diferencias entre las dos momentos (momento I: campaña 1997-1998 y momento II; campaña 2003- 2004)

3.3.1. Técnicas de manejo del suelo

3.3.1.1. Siembra directa

El cambio de un sistema de labranza convencional o reducida, a la siembra directa es significativo ($p < 0,0001$) entre los dos momentos. La incorporación de la siembra directa en la mayoría de los casos se realizó paulatinamente, es decir que fueron probando en pequeñas superficies y utilizando maquinaria contratada y luego, la fueron expandiendo al total de la superficie. Estos cambios están también asociados al porcentaje de agricultura del predio, produciéndose una incorporación más tardía en los sistemas mixtos.

En el M1 un 32,5% de los productores no realizaba SD y otro 30% sólo lo hacía en menos del 40% de su superficie. En el M2 el 50% de los productores realizaba SD en el 100% de su predio y otro 30% en más del 80%. En la Figura 18 se puede observar que en el M1 predominan los SP con menos del 20% de su superficie con labranza cero mientras que en el M2 esa relación se invierte y prevalecen los SP con una incorporación de SD en más del 80% de su predio.

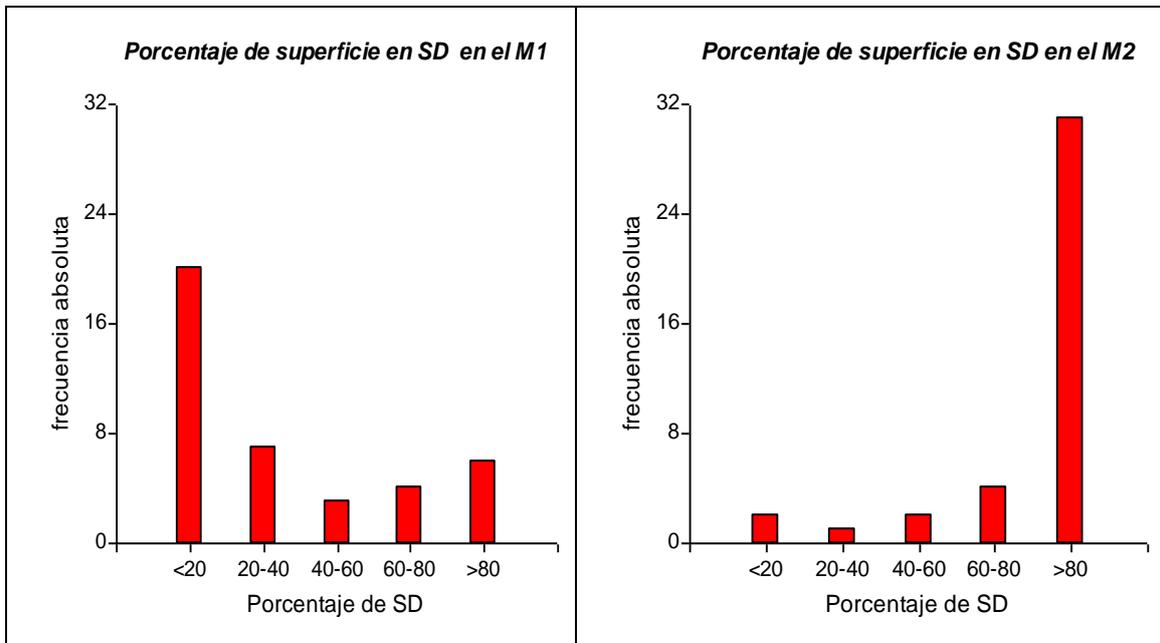


Figura 18: Rangos de porcentaje de superficie predial donde se implementa la SD en los dos momentos considerados

La adopción por parte de los productores fue muy alta y en relativo corto tiempo. Sólo 1 productor en el M2 no la había adoptado, pero es de destacar que utilizaba un sistema de labranza mínima y había dejado de utilizar el arado de reja vertedera. El 35% de los productores comenzó a utilizar la SD antes del año 1996 (entre 1992 -1996) y ya en 1997 el 60% la había probado. Entre el 2000 y el 2003 realizan la incorporación un 27,5% más de los SP. El lapso entre su utilización por primera vez y su generalización en el total de la superficie predial, fue en la mayoría de los casos de 2 años, pero varió desde 0 a 6. A continuación se presentan gráficos con las proporciones de siembra directa (SD) y labranza convencional (LC) en cada uno de los predios encuestados en el M1 y M2.

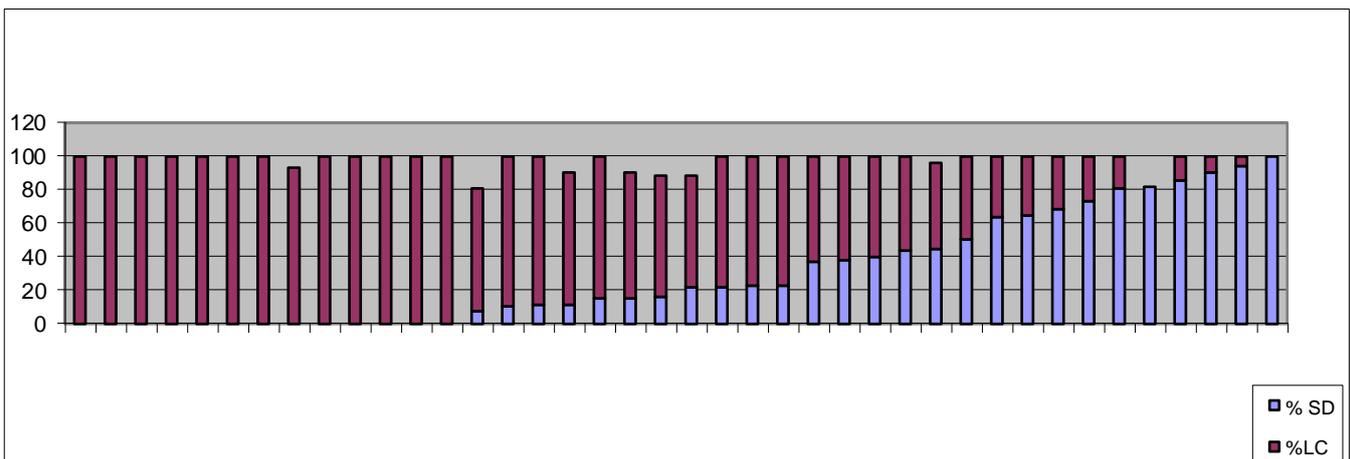


Figura 19: Proporción de superficie en SD y LC en el M1 en cada uno de los predios en estudio (en los casos que no se llega al 100% de la superficie corresponde a predios con superficie de bosque).

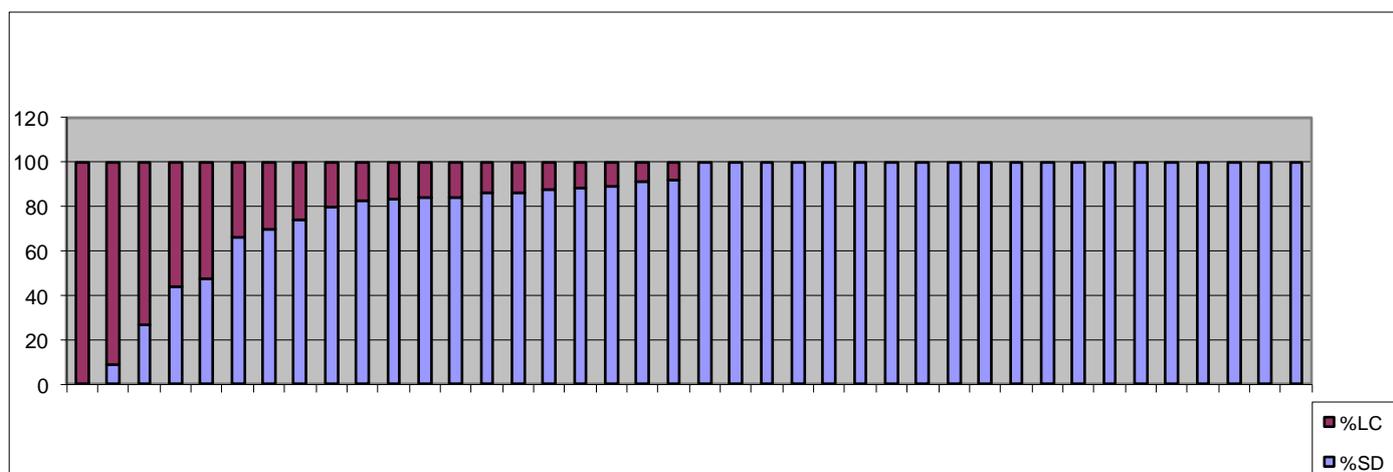


Figura N° 20: Proporción de superficie en SD y LC en el M 2 en cada uno de los predios en estudio

En estas Figuras se puede observar la importante transformación en el sistema de labranza en los SP entre los dos momentos confirmando los graficados en la Figura 18, y remarcando la alta adopción de esta técnica por parte de los productores zonales en un lapso de tiempo relativamente corto.

Esta técnica tiene su origen en los Estados Unidos y fue impulsada a inicios de los sesenta por algunas compañías químicas a fin de inducir la demanda de determinados herbicidas y por agencias públicas motivadas por principios conservacionistas. Su desarrollo en las economías Latinoamericanas, en particular en Brasil, Argentina y Paraguay, se produce a lo largo de los años ochenta con rasgos particulares para cada uno de los países. Según Bisang (2003) la introducción y difusión de esta técnica fue producto de un esfuerzo conjunto entre algunas compañías privadas proveedoras de insumos y/o maquinarias agrícolas, las actividades de los institutos nacionales de investigación agropecuarias, algunas universidades y unas pocas agencias internacionales de desarrollo.

Según Satorre (2005) la adopción de la siembra directa tiene causas productivas y causas empresariales. Su difusión es explicada entre otras cosas por la disminución de la erosión, la facilitación de la implementación del doble cultivo en el mismo año (trigo y soja de segunda), la mejora en la acumulación del agua del suelo y del balance de materia orgánica y la mayor eficacia de los fertilizantes. Estas características productivas contribuyeron a dar mayor estabilidad a los resultados económicos obtenidos por los agricultores, mejoraron los suelos y, combinando la siembra directa con herbicidas, brindaron una solución integral a la implantación de los cultivos y al control de las malezas. Por otro lado, las razones empresariales estuvieron centradas en el aumento de la capacidad operativa y de escala de producción, al reducir los tiempos operativos y de esa forma ampliar la superficie trabajada, además de la reducción de costos operativos (capital circulante y mano de obra) de los diversos cultivos, ya que elimina una cantidad variable de actividades que se utilizaban en el sistema de laboreo convencional (Peiretti, 1999).

La mayor independencia de las condiciones del suelo que se obtiene recurriendo a la SD permitió poner en producción tierras antes consideradas de baja aptitud agrícola, lo que provocó la expansión general de la agricultura. Esto se ve reflejado en la siguiente figura donde se observa un crecimiento importante de la superficie de SD en el país, principalmente a partir del año 2000.

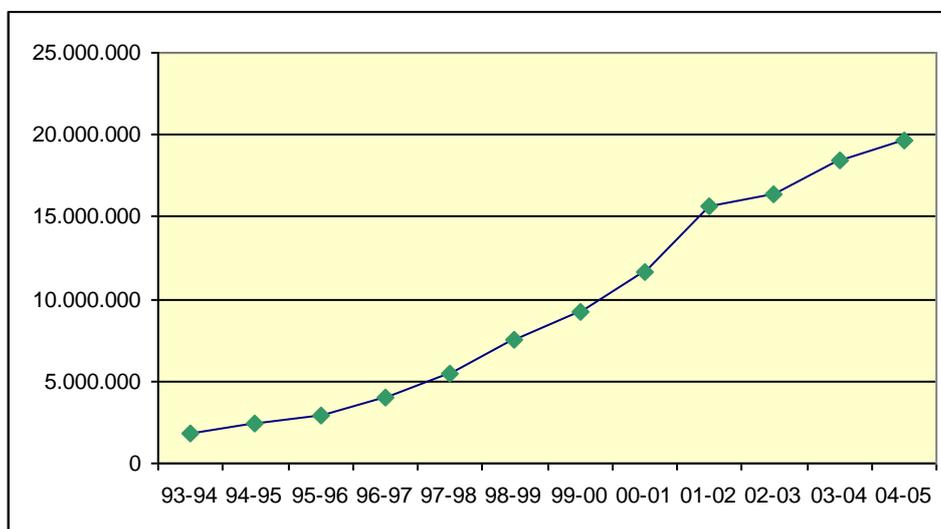


Figura 21: Evolución de la superficie de SD en Argentina (1993- 2005) en millones de has. Elaboración propia en base a datos SAGP y A y AAPRESID.

En la campaña 1987-88 la superficie en SD sólo representaba el 0,02% de la superficie sembrada, mientras que en el año 2000 alcanza el 44% y en el 2005, el 66%. Siendo la soja y maíz los principales cultivos sembrados bajo esta modalidad.

3.3.1.2. Unidad técnica arada

Este índice (UTAs totales/ha) se utiliza principalmente para el cálculo de costos de operaciones realizadas durante el ciclo productivo y es de carácter económico, sin embargo, en nuestro estudio se utilizó para diferenciar las UTA destinadas a operaciones de tipo mecánicas como tipos de labranzas y siembra de aquellas destinadas a la aplicación de agroquímicos para el control de malezas e insectos. Como se observa en los resultados obtenidos (Tabla 9) existe un cambio importante ($p < 0,0001$) tanto en los valores de UTA mecánicas como químicas. En el primer caso se debe principalmente al cambio en el sistema de labranza que disminuye considerablemente el número de operaciones destinadas a la preparación de la cama de siembra. Se observa que en el M1 un 15% de los sistemas tienen UTAs mecánicas/ha mayores a 4, que corresponden a sistemas con un alto porcentaje de superficie con LC y control de malezas casi totalmente mecánico. El 40% de los casos presenta un valor de UTA mecánico/ha entre 2 y 3. Estos valores corresponden a diferentes situaciones, sistemas agrícolas con cierta incorporación de SD pero con predominancia de LC o reducida, sistemas agrícolas complementados o mixtos con un porcentaje de superficie destinada a pasturas perennes o monte sin laboreo en el período considerado. En el M2, por el contrario, el 80% de los casos presentan valores de UTAs mecánicas /ha entre 1 a 2 por la predominancia de la SD sobre la LC y ningún sistema presenta valores mayores a 4.

Para el M1, el 50% de los casos presentan valores entre 0 a 0,5 UTAs químicos/ha que corresponden a manejos donde se combinaba el control mecánico y químico de malezas. Al producirse en el M2 una predominancia de sistemas agrícolas y agrícolas complementados, con mayor proporción de cultivos anuales, aumentan considerablemente las labores complementarias con el uso de agroquímicos principalmente herbicidas e insecticidas preventivos y curativos, y por ende los valores de UTAs químicos/ ha son mayores a 1.

La relación UTAs mecánicos/UTAs químicos en el M1 tuvo un valor promedio de 6,07 mientras que para el M2 bajó a 1,7. Los resultados indican que en el M1 se observa una mayor variabilidad entre los valores y si bien casi un 50 % se encuentra entre 2 a 6 existen productores con valores mayores a 10 que corresponden a los productores que no incorporaron la SD y el control de malezas era principalmente mecánico. Aquellos que para ese momento habían incorporado el paquete tecnológico de la SD presentaban valores en 0,8 y 2. Para el M2, estos últimos representaban un 75% de los casos.

3.3.1.3. Porcentaje de doble cultivo (trigo-soja)

Esta variable se incorporó al análisis en función de los resultados encontrados en el patrón temporal de uso de la tierra, donde los valores de los índices utilizados aumentaron en forma significativa entre los dos momentos considerados. Esta variación se debió en gran medida al incremento de la superficie destinada al doble cultivo trigo-soja, tanto en esquemas productivos de tipo agrícola como mixtos. En el M2 hay un 45% de productores que incorporan la secuencia trigo-soja y un 30% que en relación al M1 aumentaron la superficie destinada a la misma.

También es importante destacar que el porcentaje de SP que no implementaban esta técnica era del 52,5% en el M1 disminuyendo a un 15% en el M2. Este último valor está compuesto por productores que nunca utilizaron esta secuencia y otros que decidieron por diversos motivos no ponerla en práctica en ese período. Los cambios más significativos se producen en los SAC los cuales, incrementaron en casi 3 veces la superficie destinada al doble cultivo.

Para Pengue (2005) esta técnica aparece con rasgos tan destructivos por la falta de descanso o barbechos, como el monocultivo cerealero de los cincuenta y sesenta. Si bien ha permitido incrementar la rentabilidad de la empresa agropecuaria, ejerce una fuerte presión sobre el sistema, con pérdida de fertilidad y degradación ambiental. Esto agudiza el proceso de agriculturización ya que la agricultura continua, bajo esta modalidad, va ocupando espacios antes destinados a pasturas o en rotaciones agrícola-ganaderas.

3.3.1.4. Porcentaje de pasturas implantadas.

El cambio producido en esta variable está relacionado con el aumento de la superficie agrícola que han sufrido los SP y refleja el predominio de los cultivos anuales sobre las pasturas perennes de uso forrajero. Cuando se analizó la intensidad de uso de la tierra se marcó que se había producido una disminución del porcentaje de pasturas implantadas lo que queda confirmado con los datos promedios presentados en la Tabla 9. Al analizar el número de casos se observa que en el M1 un 62,5% de los sistemas tenían parte de su superficie implantada con pasturas perennes, de ese total en el M2 un 28% ya no la mantiene y un 48% la disminuye. Para el M2 el total de SP que poseen superficie con pasturas implantadas es del 47,5%. La principal pastura utilizada es la alfalfa y se debe en parte a que domina el mercado de las forrajeras en razón del gran número de variedades y a las innovaciones alcanzadas a partir de fines de los noventa (Sonnet, 1999).

3.3.1.5. Porcentaje de barbecho invernal

En esta variable no se encontraron diferencias significativas. Esto se debe entre otras cosas a las diferentes estrategias adoptadas, algunos productores no realizan barbecho o lo disminuyen por la realización del doble cultivo trigo-soja y otros, principalmente en los sistemas mixtos, al disminuir la superficie de pasturas perennes, aumentaron la superficie en barbecho al incorporar más superficie agrícola en planteos de cultivos estivales con descanso invernal. Es importante destacar que la modalidad del barbecho tuvo un cambio importante debido a la adopción del sistema de siembra directa, como se observa en la siguiente figura.

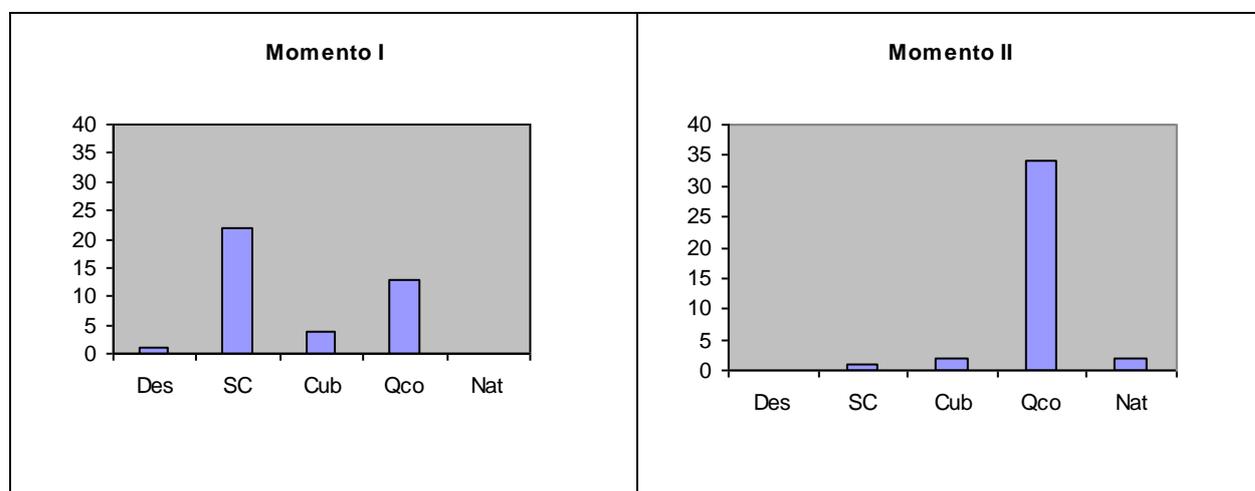


Figura 22: Número de productores que utilizan los distintos tipos de barbecho en los dos momentos considerados (Des: desnudo; SC: semicubierto; Cub: cubierto; Qco: químico; Nat: natural).

Se observa un cambio entre los barbechos predominantes en los dos momentos. Resultando en el M1 el semicubierto y en el M2 el químico. Esto además se corrobora con el número de aplicaciones de herbicidas durante el período de descanso. Para el M1 en el 60% de los casos no se realizaban aplicaciones de herbicidas mientras que en el M2 existe un 60% que realiza por lo menos una aplicación. También es notorio el aumento del uso de insecticidas preventivos en el período de descanso, pasando de un 15% de los casos en el M1 al 43% en el M2.

3.3.1.6. Rotaciones de cultivos:

Este aspecto fue evaluado en función del tipo de rotaciones que manifestaron haber implementado los productores en los últimos años. Un 45% de ellos realizó alternancia de gramíneas y leguminosas, especialmente soja y maíz pero con una variabilidad que va entre una secuencia 1(leguminosa):1(gramínea) a 6:1, siendo las más frecuente la de 3:1. Un 42,5% de los productores implementan la combinación soja –trigo, de los cuales el 41% lo realiza en forma continua, un 17% lo realiza por 3 años y luego alterna con una gramínea como maíz o sorgo, y otro porcentaje similar utiliza una secuencia de tres años con soja-trigo-soja-maíz o una de cuatro años con 2 años de soja y luego trigo-soja- maíz. Menos del 20% manifestó realizar rotaciones agrícolas- ganaderas. Esta variable esta asociada a la diversidad temporal que mostró una disminución significativa entre momentos, lo que indica la baja alternancia de cultivos en una secuencia. Es notable, la predominancia del cultivo de soja en las secuencias temporales ya sea como soja de primera o segunda en combinación con el trigo.

3.3.2. Control de factores bióticos adversos

Se analizó la percepción de los productores en relación al cambio en el uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas entre los períodos considerados. Para ello se realizaron preguntas referidas a modificaciones en la dosis utilizada, número de aplicaciones y tipos de productos. Muchos de ellos consideraron cambios en más de un aspecto.

3.3.2.1. Herbicidas

En relación al uso de herbicidas no existe una tendencia marcada en la percepción de los productores. El 7,5% no manifiestan ningún cambio, un 45% planteó cambios en dosis (de los cuales el 55% manifestó un aumento de la misma); el 25% lo hizo en relación al número de aplicaciones (de los cuales el 60% incremento su número) y un 37,5% realizaron cambios a nivel productos. En este último aspecto plantearon uso de mezclas (glifosato con metsulfuron o imazetapir o sulfosato), aumento generalizado del uso de glifosato , utilización de nuevos productos entre los que se destaca metsulfuron, y la formulación granulada de glifosato. Dentro de los que dejaron de utilizarse aparecen como los principales el 2,4 DB y acetoclor en maíz. Es importante destacar que la producción de soja transgénica en el caso de los sistemas productivos abordados, se produjo mayoritariamente a partir del año 1997 y 1998 por lo tanto ya en el M1 se había producido un cambio en el uso de herbicidas asociados a la soja convencional, por esto el uso del glifosato se presenta como una práctica habitual desde aquella época. Se destaca que el cambio más notorio, según la percepción de los productores, se da en la dosis utilizada.

3.3.2.2. Insecticidas

En el caso de los insecticidas se observa una tendencia muy marcada al cambio ya que todos manifestaron haber realizado modificaciones. Se destaca principalmente un cambio en la dosis (57,5%) siendo el aumento de la misma en el 87% de los casos producto de una estrategia frente al incremento de la resistencia de insectos. En el caso del número de aplicaciones la mayoría no manifestó cambios, mientras que el 77,5%

realizó cambios en los productos utilizados. A este nivel se destaca el uso generalizado de piretroides como la cipermetrina, la mayor utilización de lambdacialotrina, sólo o en mezclas, como reemplazo en algunos casos de cipermetrina o deltametrina, el uso de clorpirifos como insecticida curativo para el control de lepidópteros, el uso de preventivos junto a la aplicación de herbicidas de presembrado y el abandono en general del endosulfán y deltametrina.

3.3.2.3. *Fungicidas*

En el caso de los fungicidas, el 70% de los productores manifestó no aplicarlos en ningún cultivo. Para aquellos que realizan maní es una práctica obligada. En el caso de trigo sólo manifestaron utilizarlo en el 7,5% de los casos y para la soja, sólo el 17,5% de los productores aplican fungicidas de final de ciclo y lo realizan principalmente en los lotes destinados a semilla.

Si bien en las respuestas de los productores no se aprecia un cambio en el número de aplicaciones ni para herbicidas ni insecticidas, analizando los datos de estas variables para el rubro principal que es la soja, se observan diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre momentos. Este aspecto se desarrollará posteriormente cuando se analicen los cambios en el control de factores bióticos en soja (punto 3.3.5).

A nivel general se observa un grado de homogeneidad en el control de factores bióticos adversos y no se observan diferencias entre grupos en función del capital, lo que marca el grado de consenso en torno a las normas que definen productos, dosis y momento de aplicación. La excepción la constituye quizás la práctica del monitoreo, restringida a los que detentan mayor número de vínculos con los sectores técnicos y con mayor disposición a la búsqueda de información.

3.3.2.4. *Índice de toxicidad*

El índice de toxicidad de sistema productivo (ITSP) mostró diferencias significativas entre los dos momentos con $p < 0,0001$. Este índice, comprende el uso de herbicidas e insecticidas en todos los rubros utilizados en el sistema productivo, considerando el índice de toxicidad del ingrediente activo (IT), su dosis y el número de aplicaciones. En el M1 algunos sistemas realizaban control exclusivamente mecánico de malezas y ningún tipo de control de insectos, mientras que en el M2 todos los SP hacían uso de controles químicos de factores bióticos adversos. Si bien existió reemplazo de algún tipo de producto como se mencionara anteriormente, las diferencias observadas se deben principalmente a cambios en la dosis utilizada y en el número de aplicaciones por ciclo. En el caso de insecticidas, productos como el monocrotofos (insecticida organofosforado) cuyo uso está prohibido, era de aplicación habitual en el M1 mientras que en M2 sólo se presenta en un caso. Los insecticidas en general tienen un índice de toxicidad mayor a los herbicidas pero se utilizan en una concentración y dosis mucho menor, por lo que el aporte al índice total es relativamente bajo. En el mercado se generaliza la oferta de plaguicidas blandos con toxicidad muy inferior a la de plaguicidas que durante años fueron de uso habitual y común en la zona pampeana. Sin embargo, comparando los dos momentos, se observa principalmente en el cultivo de soja un uso intensivo de los mismos tanto en forma preventiva como curativa con un importante aumento en la dosis y número de aplicaciones. Así por ejemplo en el caso de la cipermetrina, se pasa de una aplicación con dosis de 100 cc/ha (producto comercial) a

3 o 4 aplicaciones con dosis de 300 cc/ha durante el ciclo del cultivo. En forma análoga pero considerando el herbicida glifosato, se utilizaban 1 a 2 aplicaciones de aproximadamente 1,5 lts/ha (producto comercial) y en el M2 se utilizan 3 y 4 con dosis de 2,5 a 3 lts/ha. La variación del ITSP por cada tipo de SP, se puede observar en la Tabla 10 donde los SA en los dos momentos tienen el valor promedio más alto del índice. Eso está relacionado principalmente a que los cultivos agrícolas ocupan el 100% de la superficie disponible del predio y realizan un uso intensivo de agroquímicos. Mientras que en la superficie ganadera de los SAC y SM se hace un uso más restringido de los mismos, siendo la especie más subsidiada la alfalfa, a diferencia de los verdeos invernales y estivales que no reciben casi ninguna aplicación .

Todos los tipos de sistemas presentaron diferencias significativas entre los dos momentos a excepción de aquellos que permanecieron como sistemas mixtos.

Tipos de sistemas	ITSP M1	ITSP M2
SA	78,05	158,22
SAC	66,40	145,58
SM	50,84	136,84

Tabla 10: ITSP (Índice de toxicidad por SP) por tipo de SP para los dos momentos considerados

Para valorar el aporte y cambios en los índices de toxicidad de los agroquímicos utilizados por rubro (ITR), se calculó su valor promedio en cada momento.

Rubros	ÍTR M1	ITR M2
Soja	70,24	156,47
Maíz	40,70	109,86
Trigo	8,81	40,56
Sorgo	38,58	86,09
Maní	38,24	19,86
alfalfa	27,03	38,78

Tabla 11: Valores de ITR por cultivo en cada momento considerado

Según el ITR, se puede observar en la Tabla 11, que todos los rubros sufren importantes variaciones, se destaca la soja como el rubro de mayor valor. Al analizar los cambios, se evidencia que la soja aumenta un 122%, maíz un 169% y el trigo un 360%, mientras que la alfalfa lo hizo en un 43 %. Esto demuestra, tal como lo plantea Viglizzo (2002), que los riesgos de contaminación se concentran en las áreas donde los cultivos anuales de cosecha se expandieron con mayor intensidad. Esto es más notable en los SP que tienen una importante proporción del predio destinado a la soja o al doble cultivo trigo-soja donde se observan los valores de índices mayores. A modo de ejemplo un SP que en el M1 era un SM tenía un ITSP de 75 y en el M2 pasa a ser un SA (100% doble cultivo) con ITSP de 140. De todas formas existe una gran variabilidad en los ITSP que se asocia con el tipo de actividad, el porcentaje de rubros agrícolas pero principalmente con las decisiones de manejo que realiza el productor en relación al uso de plaguicidas (dosis, número de aplicaciones y tipos de productos). Es evidente que en el período considerado ha aumentado considerablemente la demanda de este tipo de productos debido a la mayor accesibilidad por un lado y principalmente a cambios en el sistema de

labranza, que como hemos desarrollado anteriormente, implica necesariamente el uso exclusivo de herbicidas para el control de malezas y la presunción del uso de preventivos para disminuir la población de plagas de insectos. Si bien hay una tendencia en el mercado a la oferta de plaguicidas más específicos, de menor ecotoxicidad y persistencia, la mayoría de los productores aplica insecticidas sin hacer un muestreo previo ni evaluar los umbrales de daño económico.

El índice calculado está relacionado a la toxicidad general del ingrediente activo de los productos utilizados, pero cabe aclarar que en muchos casos los coadyuvantes o surfactantes que se aplican junto al agroquímico para mejorar su adsorción, pueden resultar más tóxicos para el medio silvestre que el agroquímico mismo. Por ejemplo, algunas de las formulaciones más comunes de glifosato contienen coadyuvantes tóxicos para el desarrollo de peces y otros organismos acuáticos (Souza Casadinho, 2004).

3.3.2.5. Contextualización del cambio observado en el uso de agroquímicos

Al realizar un análisis histórico del consumo de agroquímicos en la Argentina y especialmente en la Región pampeana, se puede apreciar que en nuestro país se ha utilizado proporcionalmente muchos menos agroquímicos y fertilizantes sintéticos que en EEUU y Europa, siendo reconocida mundialmente como un área de producción de alimentos más naturales. Sin embargo, debido al proceso de agriculturización, el uso de los biocidas a aumentado considerablemente (Pengue, 2005). Las transformaciones realizadas en el manejo tecnológico del control de malezas, plagas y enfermedades están encuadradas en los cambios producidos en el modelo productivo en ese período, donde se destaca, como ya mencionáramos, un aumento en el porcentaje de utilización de siembra directa y el uso de cultivares transgénicos. Este paquete se inserta en lo que Viglizzo (1999) denomina “tecnología de insumos”, donde la utilización y dependencia de agroquímicos es un hecho ineludible.

Esto produce un protagonismo importante de la industria química, donde existe un dinamismo innovativo, pero concentrado en un núcleo de grandes firmas en el marco de recientes procesos de megafusiones y alianzas estratégicas empresarias internacionales, entre las cuales se destacan Syngenta, Aventis, Monsanto y Basf. En el ámbito local a partir de los años noventa se registra la presencia de los principales oferentes internacionales a los que se suman unos pocos productores locales (Bisang y Sztulwark, 2006). En el rubro de agroquímicos en general, la participación de la industria nacional es de sólo el 16,6%, mientras que el 43,6% son productos provenientes del extranjero y el 39,8% restante se formula en el país con elementos importados (Pengue, 2005). El mercado fitosanitario local alcanzó para el 2005 aproximadamente unos 700 millones de dólares anuales. De este total, un 71% corresponde a herbicidas, un 13% a insecticidas, algo menos de un 10% para fungicidas, mientras que el resto se reparte en una amplia variedad de aplicaciones entre las que se destacan los curasemillas (Bisang y Sztulwark, 2006).

El proceso de cambio se produce desde finales de los 80 y se acelera considerablemente, logrando en el 2000 un aumento del 184% en los valores y un 355% en los volúmenes utilizados de agroquímicos para ese período (CASAFE, 2007). De todas formas, está evolución no ha sido homogénea para todos los productos, destacándose el uso de herbicidas que creció 3 veces en valor y 6 veces en volumen entre 1998 al 2007. En las

siguientes figuras se puede observar la evolución del consumo de agroquímicos en la Argentina en esa década (CASAFE, 2007).



Figura 23: Evolución del consumo de herbicidas en Argentina desde 1998 al 2007



Figura 24: Evolución del consumo de insecticidas en Argentina desde 1998 al 2007

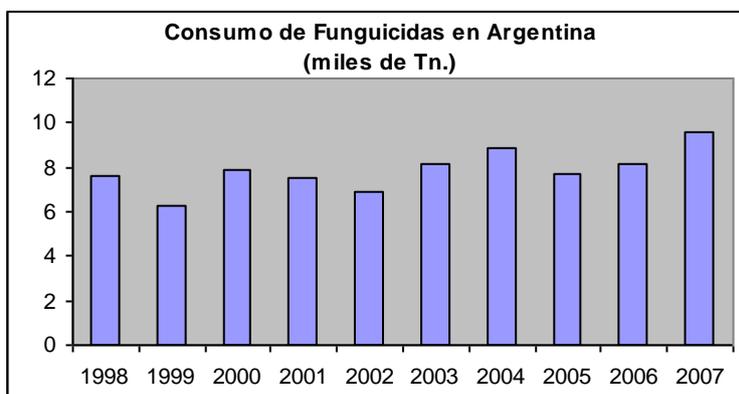


Figura 25: Evolución del consumo de funguicidas en Argentina desde 1998 al 2007

Es importante destacar que en la campaña 1998-1999 se produce una caída del mercado de fitosanitarios de aproximadamente del 20% debido a que los productores redujeron sus costos productivos debido a una baja en los precios de cereales y oleaginosas. A partir del 2002 se produce un repunte de la demanda de insumos por aumento de los precios de los productos exportables.

En la campaña 1997-1998 se presenta un fenómeno de sustitución de herbicidas por la gran difusión de la soja transgénica, produciendo un aumento considerable en el uso de glifosato y un reemplazo de otros herbicidas como la atrazina, que se utilizaban en el

planteo de soja convencional. Según Pengue (2001) la soja es el principal responsable del crecimiento de la utilización de agroquímicos en el país. Este cultivo demandó en 1997 el 42,7 % del total de productos fitosanitarios utilizados por los productores, seguido por el maíz con el 10,1 %, el girasol con 9,9 % y el algodón con el 6,9 % (Bisang y Sztulwark, 2006). El glifosato en el 2004 representó el 60% de la venta de todos los agroquímicos del país, llegándose a consumir para esa fecha casi 150 millones de litros. Este herbicida, junto con el 2,4 D y la atrazina son generalmente los productos más comercializados por su volumen. La empresa Monsanto ocupa casi el 50% del mercado de glifosato, seguida por Atanor, Dow Química, Nidera y otras empresas, estas con una mucha menor participación del mercado. La empresa líder realizó progresivas reducciones en el precio de su herbicida, el cual, en el 2001, se vendía en alrededor de US\$ 2,67 respecto de los US\$ 5,60 por litro de 1996 (Pengue, 2005). En síntesis, a lo largo de los años noventa y comienzos del 2000, en el marco de una tendencia hacia el uso masivo de biocidas, los mecanismos de mercado (vía reducción de precio y una mayor dependencia externa de la oferta) reforzaron el uso de determinados productos en consonancia con las semillas transgénicas y fueron armando una estrategia de la producción adaptada a las actividades más dinámicas.

3.3.3. Uso de fertilizantes

En el M1 la gran mayoría de productores no empleaba esta práctica, sólo un 10% lo había realizado en forma experimental en pequeñas superficies de trigo y maíz. Para el M2, en cambio, un 77,5 % de los SP habían incorporado a la fertilización en sus esquemas de manejo. De los rubros agrícolas, el trigo ocupa el primer lugar con un 57,5% de productores que fertilizan este cultivo, en segundo lugar se encuentra el maíz con un 50% y luego la soja con 22,5% y el sorgo con sólo el 10%. Existen diferentes variantes en el número y tipo de cultivo a fertilizar. De los que fertilizan un cultivo (30%) lo hacen principalmente en trigo y en menor proporción en maíz. Los que lo hacen en dos cultivos (27,5%) tienen su preferencia por gramíneas como trigo y maíz. En el caso de tres cultivos (15%) los cultivos elegidos son trigo, maíz y soja. En el caso de los productores que hacen sorgo, lo fertilizan si también siembran maíz.

La introducción de esta práctica en los sistemas productivos estudiados fue bastante variable pero recién comenzó en el año 1997 en unos pocos casos y se incrementó en forma notoria en la campaña 2003-2004 principalmente para los cultivos de trigo y maíz.

Relacionado a esta práctica, se recabo información para el M2, sobre la realización de análisis de suelo en los distintos cultivos de los SP. Resultando en general que un 45% de los productores no los realiza, un 25% lo hace previo a la siembra de trigo y un 35% a la de maíz. Sólo un 5% lo realiza en la totalidad de los lotes del predio. Si se toma en cuenta sólo aquellos que fertilizan que constituyen el 77,5% del total, un 29% de ellos realiza esta práctica sin estudios previos de análisis de suelo y principalmente en el cultivo de trigo (77%).

En nuestro país, se puede observar que en los inicios de la Revolución Verde donde se difundió ampliamente la mecanización y el uso de semillas mejoradas, el uso de fertilizantes no fue de uso masivo. En las décadas de los setenta y ochenta su uso sólo se circunscribía a una pequeña parte de las producciones de trigo y se usaba

preferentemente urea. Esto se produjo en una época que se caracterizó por una economía cerrada, con precios controlados y bajos márgenes de rentabilidad. A inicios de los ochenta el sector agropecuario demandaba unas 250.000 toneladas de distintos fertilizantes de los cuales el 70% era importado, mientras que la producción local se centraba en las firmas PASA e YPF (Bisang y Sztulwark, 2006). Los cambios generados en los noventa marcaron un dinamismo de la demanda y activaron por un lado la importación de productos y por otro el desarrollo local de este sector. En la figura siguiente se pueden observar los cambios importantes que se produjeron en el consumo de fertilizantes a partir de mediados de los '90 y la preponderancia de la importación de los mismos hasta el año 2002.

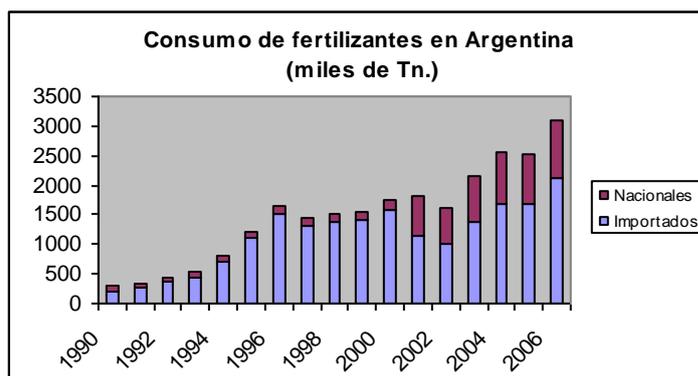


Figura 26: Evolución del consumo de fertilizantes de origen nacional y extranjero entre 1990 al 2006.

La gran difusión del uso de fertilizantes, se vio impulsada por los precios relativos favorables, por los avances en los conocimientos técnicos referidos a dosificación, concentración, relación con calidad de suelos y respuestas probables, y por la acción de una red privada conformada por comercios de venta de agroquímicos de las principales empresas privadas proveedoras de fertilizantes y otros insumos (Bisang y Sztulwark,, 2006).

En el 2000-2001 se produce una estabilización del consumo, debido a los costos más elevados que se produjeron al cambiar los términos de referencia del precio de los fertilizantes importados (período de post- convertibilidad). Luego a partir del 2003 comienza a verse fuertemente promovido su uso, dada la favorable relación de precios y productividad, que tenían los productores agrícolas. El cultivo donde tuvo más incidencia el uso de fertilizantes, coincidiendo con nuestros datos, fue el trigo en el cual se pasa de fertilizar un 25% de la superficie sembrada en la campaña 1991-1992 a casi un 85% en la campaña 2000-2001. En las campañas, 2004 y 2005, se observa un aumento en la utilización de fertilizantes en soja promovida por empresas de venta de agroquímicos bajo la advertencia del creciente agotamiento de los suelos (Pengue, 2004).

3.3.4. Uso de semillas

En este período se destaca el uso de híbridos de alto potencial para maíz, los trigos franceses de ciclos más cortos y la introducción de cultivares transgénicos de soja. Hasta mediados de la década del noventa, el esquema productivo imperante se basaba en la soja convencional. En esta época los productores buscaban una reducción de costos y aumentos de volúmenes producidos, debido a una desmejora de los precios

relativos producidos por el descenso de los precios internacionales, el alto costo de los insumos y afectados por un alto nivel de endeudamiento. Al liberarse el uso comercial de la semilla transgénica resistente al glifosato, se considera que puede ser la vía para resolver los problemas de costos, afianzar el doble cultivo, mejorar la productividad, y reducir y simplificar el uso de mano de obra, mejorando la rentabilidad (Bisang y Sztulwark., 2006). Así mismo los organismos genéticamente modificados liberados comercialmente respondieron a características agronómicas que facilitaban el proceso productivo, al disminuir situaciones de complejidad no resuelta para los agricultores capitalizados tales como el control de malezas, plagas o enfermedades. La liberación comercial de la soja RR se produce en 1996 (Pengue, 2005). Para esa misma época se comenzó a desarrollar el maíz Bt con modificaciones genéticas que lo tornan resistente a los lepidópteros, producto que también fue liberado a la venta comercial pasada la primera mitad de los noventa. En todos los casos, el desarrollo original fue efectuado en el exterior, mientras que localmente, se hicieron los ensayos de adaptación de acuerdo con las normas regulatorias argentinas. Como es de esperar, su difusión masiva se consolida por una posición dominante del mercado de las semillas por parte de un reducido número de compañías internacionales (Pengue, 2005; Pengue, 2001). En el caso de los productores encuestados sólo un pequeño porcentaje había adoptado el maíz Bt pero todos utilizaban maíces híbridos, lo que los obliga todos los años a comprar o renovar su semilla, abandonando el uso de variedades tradicionales.

3.3.5. Cambios tecnológicos en el rubro principal

En el marco de los cambios tecnológicos generales identificados y abordados en la sección anterior, a continuación, se presenta un detalle de los cambios tecnológicos particulares observados en el manejo del cultivo de soja que es el rubro principal de los SP estudiados.

3.3.5.1. Insumos

Se analizó el uso de agroquímicos en el cultivo de soja y se consideraron el número de aplicaciones totales y discriminadas en presembrado y durante el ciclo del cultivo.

Herbicidas

Se observan diferencias significativas ($p < 0,0001$) en el número promedio de aplicaciones de herbicidas pasando de 1,7 a 2,95, lo que aproximadamente equivale al doble de aplicaciones. Es de destacar que mientras en el M1 el mínimo es 0 que corresponde a sistemas con control exclusivamente mecánico de malezas y el máximo 3, estos valores para el M2 pasan a 1 y 6 respectivamente. Lo que marca un cambio importante en el nivel de subsidios utilizados en el control de malezas. En el M1 el 52% de los productores realizó 2 aplicaciones en el ciclo del cultivo, 1 en presembrado y otra en postemergencia, mientras que el 12% realizó 3 aplicaciones (1 en presembrado y 2 en postemergencia). Estas proporciones en el M2 son diferentes, el 35% realiza 2 aplicaciones y el 40% 3 aplicaciones (1 en presembrado y 2 en postemergencia).

Este aumento en el número de aplicaciones como también la tendencia al incremento de la dosis de los productos utilizados, tal como se expresara en el ítem 3.3.2.1., puede ser atribuible por un lado al cambio en el sistema de labranza cuyo control de malezas es exclusivamente químico, y a la aparición de malezas con biotipos tolerantes al glifosato

o resistentes al mismo (Papa, 2000). Son varias las malezas sospechosas de ser tolerantes en la región pampeana, a las dosis recomendadas de glifosato (*Parietaria debilis*, *Petunia axilaris*, *Verbena litoralis*, *Verbena bonariensis*, *Hybanthus parviflorus*, *Iresine diffusa*, *Commelina erecta*, *Ipomoea sp*). Algunas de ellas son pocos susceptibles a estas dosis, lo que obliga a duplicar el volumen aplicado, con el consiguiente aumento en el consumo de herbicidas.

Insecticidas

En esta variable también se observan diferencias significativas ($p < 0,0001$) en el número promedio de aplicaciones de insecticidas pasando de 1,58 a 2,5. En el M1 el 60 % de los productores realizaba 2 aplicaciones y menos del 10% realiza 3, mientras que en el M2 el 32,5% aplica 3 y el 25% 2. Los insecticidas más usados para soja son principalmente cipermetrina tanto en forma preventiva como curativa, clorpirifos y lambdacialotrina.

Funguicidas

El uso de funguicidas en el cultivo de soja se realiza principalmente al final del ciclo del cultivo para prevenir o controlar las enfermedades producidas en ese período. En el M1 ningún productor implementó su uso mientras que en el M2 un 17,5% había comenzado a utilizarla para disponer de lotes de producción de semillas en mejores condiciones de sanidad.

Fertilizantes

El uso de fertilizantes en soja presentó diferencias significativas y un cambio importante ya que esta práctica no se realizaba en el M1, mientras que en el M2 ya había sido incorporada en el 27,5 % de los SP.

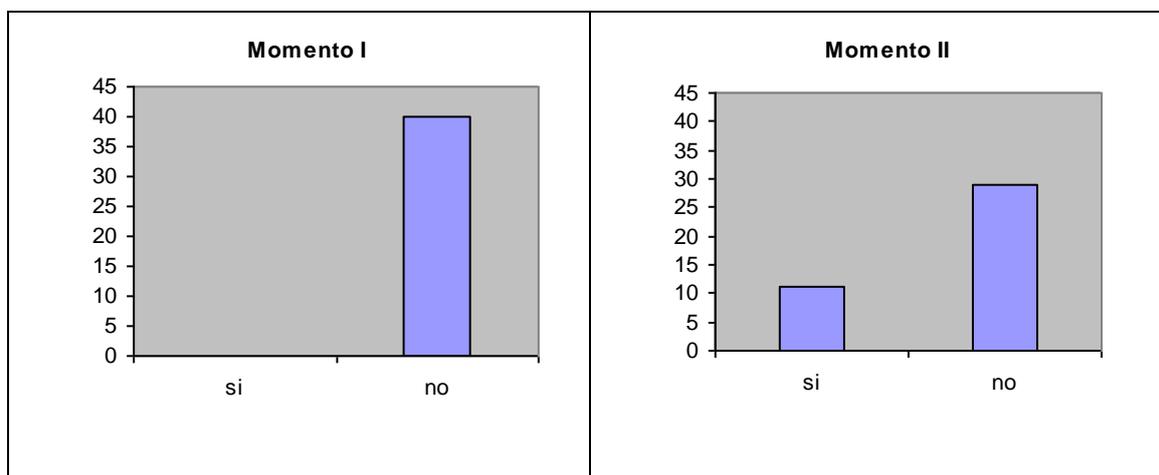


Figura 27: Número de Productores que implementan la fertilización de soja en los momentos considerados. $p < 0,0001$.

Inoculantes

Se observa un cambio significativo en el uso de inoculantes entre momentos, aunque durante la entrevista muchos productores manifestaron no lograr los resultados esperados en relación al aumento de rendimientos. Otros plantearon que les resultaba

una técnica poco práctica por lo que sumado a la percepción de ser poco efectiva hacia que su adopción no fuera importante.

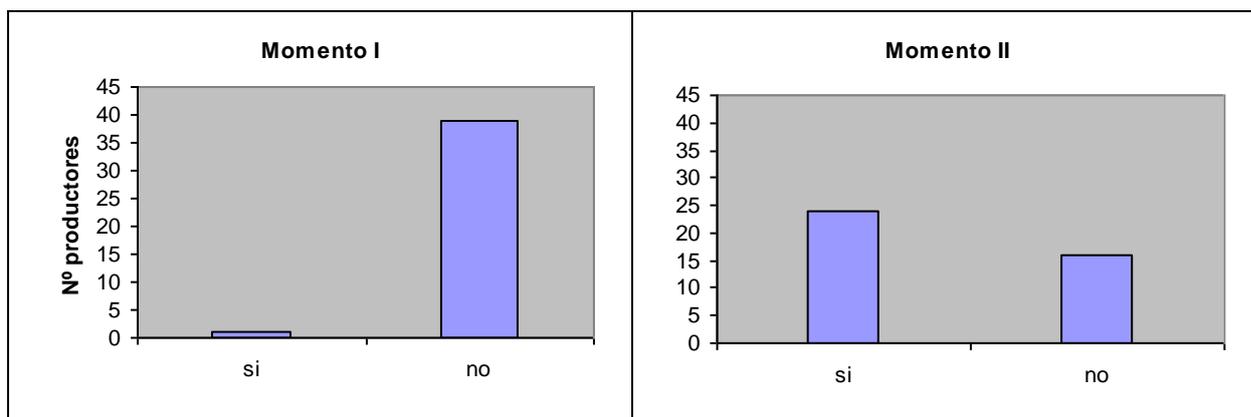


Figura 28: Número de Productores que implementan la inoculación de soja en los momentos considerados $p < 0,0001$.

Semillas

En el M2 se utiliza casi exclusivamente soja transgénica. Su incorporación se realizó mayoritariamente entre 1997 y 1998 (60%) y solo el 5% lo hizo después del 2000. Cabe aclarar que al igual que la siembra directa la incorporación de la soja RR se realizó primero en algunos lotes y luego se generalizó. De los productores encuestados en el M2 ninguno mantenía semillas de soja convencional.

La superficie sembrada de soja en la Argentina sufre una evolución sorprendente ya que en la campaña 1970-1971 ocupaba sólo 37.700 ha, durante la década siguiente se habían alcanzado ya 2.226.000 ha, en la campaña 1996-1997 se sembraron más de 6.000.000 de has, y en la campaña 2002-2003 se alcanzaron 12.500.000 de ha (Ravinovich y Torres, 2004).

La incorporación de la soja transgénica fue el motor de la gran difusión del cultivo en la Argentina y por ende del paquete tecnológico asociado. Las primeras variedades transgénicas demostraron una escasa adaptación local, por lo que las compañías que la importaron implementaron un programa de cruza y retrocruza para la incorporación del gen usando el sistema de estación-contraección y sobre las líneas de más alto rendimiento y calidad convencionales. Esto hizo que para la campaña 2000-2001 se inscribieran más de 40 nuevas variedades aparte de las 200 ya inscriptas entre 1993 y 1999. Nidera lidera el 67 % del mercado de semillas de sojas transgénicas seguida por Dekalb, Monsanto, Pioneer Hi-Bred y algunas empresas nacionales como Don Mario, La Tijereta o Relmo (Lehmann y Pengue, 2000).

En el caso de la soja por ser una especie autógama permite a los productores adquirir una sola vez la nueva semilla y reproducirla en su campo para utilizarla en las siguientes campañas. Esto produjo en nuestro país un crecimiento notable de la conocida “bolsa blanca” (semilla del propio productor o distribuida por canales no fiscales), que para el año 2000 ya había alcanzado el 40% del total de semillas utilizadas. La estrategia de guardar semilla para años próximos ha permitido a muchos productores seguir manteniéndose como tales en la condición de competitividad a los que los somete el mercado (Pengue, 2002).

3.3.6. Manejo Ganadero

En el M1 el total de sistemas productivos que tenían un porcentaje de superficie ganadera (SAC y SM) sumaban un total de 25 mientras que en el M2 eran 21. El promedio del número total de bovinos y el N° de bovinos /ha fue de 130 y 1,47 para el M1 y 84 y 2,46 para el M2. Estos resultados evidencian una disminución en el tamaño del rodeo y una mayor carga ganadera que se enmarcan en una disminución del porcentaje del predio destinado a la ganadería.

La proporción de los tipos de sistemas ganaderos no cambia entre momentos, ya que predominan los ciclos completos y la internada. Se produce sin embargo una disminución en el peso de terminación de los animales y el peso de venta promedio es de 350 Kg. Si bien hasta el momento de la realización de la encuesta ningún sistema había implementado el sistema de engorde a corral, la mayoría de los productores manifestó que la alimentación de los animales en el último período de terminación se realizaba en base a suplementación con granos y rollos. La base forrajera principal que es la alfalfa se mantiene y disminuye considerablemente el uso de verdes tanto invernales como estivales. Se utilizan diferentes variedades de alfalfa adaptadas a diversas situaciones y aumenta considerablemente el uso de aquellas sin latencia. En todos los casos se utiliza el sistema de pastoreo rotativo con diferentes modalidades en relación al tamaño de las parcelas y al tiempo de permanencia de los animales. En algunos casos se utilizan pasturas naturales en campos con problemas de salinidad o inundables o en fracciones con suelos de menor aptitud. La cría se concentra en estas áreas y luego los animales son trasladados a lotes de mejor calidad con pasturas implantadas. Las razas más utilizadas son Aberdeen angus, Shorton y cruza de distintos tipos. Se realiza un control sanitario más estricto, cumpliendo todos los SP con la vacunación obligatoria de aftosa. En los sistemas más intensivos se ha incorporado el uso de silos forrajeros especialmente el de picado fino de maíz.

Los SP que tienen producción de cerdos han aumentado el número de animales y han mejorado su genética incorporando nuevas razas más prolíficas y con menores problemas sanitarios. En cuanto a la alimentación utilizan principalmente balanceados donde incorporan núcleos.

A nivel provincial hay una reducción del 14% de las existencias ganaderas entre 1988 y 2002 pasando de 7.103.000 a 6.105.000 millones (INDEC, 2002). Considerando que el Área homogénea II concentra menos del 5% de las existencias ganaderas provinciales, se produjo entre en el período intercensal una disminución del 26 % en bovinos, y en los otros planteles ganaderos la disminución fue de 40,4 % en Ovinos, 56,2 % en caprinos y 29,1 % en porcinos (Hocsmann y Preda, 2005).

3.3.7. Síntesis de los cambios tecnológicos

Los sistemas productivos analizados muestran un importante cambio en relación al manejo tecnológico. En cuanto al manejo del suelo, se destaca una adopción generalizada de la siembra directa, predominando en el M2 los SP con más del 80% de su superficie trabajada bajo esa modalidad. El lapso entre su introducción y su uso generalizado dentro de los sistemas productivos fue en la mayoría de los casos de no

más de dos años. En función del cambio en el sistema de labranza se obtuvo una diferencia significativa en los UTAs mecánicos/ha, los cuales disminuyeron y un aumento de los UTAs químicos/ha debido a la predominancia del control químico de malezas e insectos, que se observa también en el predominio del barbecho químico en el M2. Se produce un uso masivo de agroquímicos y se observan cambios principalmente en la dosis de herbicidas, dosis y tipo de productos en insecticidas repercutiendo en un aumento del ITSP. Se incrementó en forma notoria el uso de fertilizantes especialmente en el cultivo de gramíneas (trigo y maíz). A nivel de semillas con mejoramiento genético, se produce el uso generalizado de semillas transgénicas de soja, híbridos de maíz y variedades de ciclo corto de trigo. Los esquemas de rotación incorporan en gran medida al doble cultivo trigo-soja y la alternancia soja con maíz pero predomina el cultivo de soja con varios años de una sucesión monoespecífica (de 2 a 6 años) para luego recién incorporar una gramínea.

En relación al rubro principal que es la soja se observa un aumento en el número de aplicaciones tanto de herbicidas como de insecticidas. Comienza el uso de fungicidas para las enfermedades de final de ciclo, especialmente en los lotes destinados a producción de semilla. En el M2, ningún productor conservaba ni utilizaba semillas convencionales de soja.

3.3.8. Efectos ambientales del manejo tecnológico dominante en el M2

Los cambios adoptados por los productores analizados, han repercutido en los procesos ecológicos de sus agroecosistemas debido a la utilización masiva de tecnologías de insumos, que ha llevado a que la producción de estos sistemas sea sostenida en el tiempo y no sostenible. Los niveles de productividad son sostenidos por la importación creciente de energía y nutrientes, enmascarando la pérdida de mecanismos de autorregulación que producen efectos ambientales negativos. A esto se suma que la transferencia de este tipo de paquetes tecnológicos a zonas con características agroecológicas diversas, repercute diferencialmente en sus efectos ambientales. Por lo tanto, es importante considerar en este análisis, las características propias de cada zona. A tal fin se evaluó el efecto de las distintas prácticas que conforman el paquete tecnológico dominante, fundamentalmente en base a estudios realizados en la zona central de Córdoba o en la Región Pampeana en su conjunto.

Efecto de la siembra directa

Esta técnica, desde el punto de vista ambiental, se la considera conservacionista ya que se basa principalmente en dos aspectos: a) la acumulación de residuos de cosecha en la superficie y b) la no-remoción de suelo. Ambos actúan directa o indirectamente regulando el funcionamiento del ambiente edáfico.

Los residuos vegetales proporcionan directamente: protección frente al impacto de las precipitaciones produciendo una menor degradación de las partículas del suelo, protección frente a la acción del viento, disminución de la radiación incidente y aumento de la rugosidad permitiendo mayor retención del agua de lluvia. Estos resultados se ven reflejados en la preservación de la estructura del suelo, menor encostramiento superficial, mayor infiltración, menor escurrimiento, menor erosión.

También se traduce en una menor temperatura, menor gradiente de presión de vapor y menor evaporación.

La no remoción implica la no alteración del ordenamiento natural de los componentes sólidos, orgánicos y minerales del suelo y la no incorporación de residuos orgánicos subsuperficialmente. Como consecuencia de esto el sistema poroso tiende a ser más estable y la materia orgánica (MO) a mostrar una evidente estratificación, con mayor acumulación en los primeros centímetros superficiales.

Los residuos en superficie, junto con la no remoción, conducen a una menor oxidación de la MO y por lo tanto a una reducción de la tasa de descomposición. Estos fenómenos se producen principalmente en la zona superficial pero el efecto sobre el balance y dinámica del agua, calor y gases tiene una incidencia decisiva para los cultivos (Gil et al., 2002).

La calidad del suelo se ha definido en términos de sus propiedades químicas, físicas y biológicas, siendo la MO considerada como el más importante indicador de la misma (Lal, 1994). La SD afecta considerablemente el contenido de MO, que es la fracción orgánica del suelo excluyendo residuos vegetales y animales sin descomponer, y entre sus componentes se incluyen los residuos vegetales y animales en descomposición (10-20%), la biomasa microbiana (1-5%) y el humus (50-85%). La importancia de la MO radica en su relación con distintas propiedades del suelo, tales como: i) físicas: densidad, capacidad de retención de agua, agregación y estabilidad de agregados, color y temperatura; ii) químicas: reserva de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y otros, pH, capacidad de intercambio catiónica, capacidad tampón, formación de quelatos; y iii) biológicas: biomasa microbiana, actividad microbiana (respiración), fracciones lábiles de nutrientes (García, 2003).

Según Casas (2000) haciendo un análisis de la evolución de la calidad de los suelos de la Región Pampeana desde comienzos de la etapa de colonización hasta nuestros días, sostiene que la misma siempre estuvo ligada al contenido de MO. Los sistemas agrícolas convencionales, históricamente han actuado consumiendo el stock de MO de los suelos, mientras que los sistemas mixtos que se extendieron durante las décadas del 50 y del 60 lograron recuperar parte de la MO perdida, hasta que el ciclo de agriculturización iniciado a principios de los 70, provocó un nuevo descenso de estos contenidos. Los niveles de MO disminuyeron progresivamente con el uso agrícola, pasando de un 3,2 por ciento promedio en suelos con rotación agrícola-ganadera, al 2,7 por ciento en suelos sometidos a agricultura continua por períodos de más de 20 años. La disminución de los contenidos de MO si bien variable en las distintas series de suelos y según los sistemas de manejo, fluctúa entre el 24 por ciento y más del 60 por ciento del contenido original.

Considerando la zona central de Córdoba, Leguía et al. (2004) indican para suelos cubiertos con vegetación natural correspondiente a la provincia fitogeográfica del Espinal, un porcentaje de MO del 6,71%, reduciéndose el mismo a un 2 % en suelos laboreados. Así mismo Martelotto et al. (2001) reportan para esta zona una declinación de la MO según los años de agricultura, pasando de un 5,65 % en suelos vírgenes a 3,19% en suelos con 20 años de agricultura y 2,03% con 40 años.

Los suelos de esta región presentan una textura franco limosa, con contenidos de MO actuales en el horizonte superficial de aproximadamente 2%. Los altos contenidos de limo y el moderado a bajo contenido de MO, producen una débil agregación y por lo tanto alta susceptibilidad a la degradación física y química y a la erosión.

Los resultados obtenidos después de ensayos realizados comparando labranza convencional (LC) y labranzas conservacionistas (LCo) en esta zona, (Nuñez Vázquez et al., 1996) indican para esta última, una mayor densificación subsuperficial, disminución de la porosidad total y de los poros gruesos, una mayor tasa de infiltración (pasa de 4mm/hora a 15 mm/hora) atribuible a la mayor estabilidad estructural y a la mejor cobertura superficial. Aoki y Sereno (2006) encontraron para suelos en SD en esta zona, valores similares de infiltración a los indicados para LCo en el estudio mencionado precedentemente. Los valores de humedad acumulada en el suelo entre comienzo de barbecho y siembra de cultivos fueron también mayores en LCo, demostrando la alta incidencia que poseen los sistemas de labranza con máxima cobertura sobre la disponibilidad de agua para los cultivos, particularmente en estos tipos de suelos que poseen una elevada proporción de limo, que los hace muy susceptibles al encostramiento y por ende al escurrimiento superficial. En relación a este último aspecto se encontró durante el periodo de cultivo de la soja un 37% de escurrimiento en LC y un 24% en LCo. El comportamiento de las variables edáficas analizadas para la zona central de Córdoba es coincidente con estudios similares realizados en otros tipos de suelo (Díaz-Zorita et al., 2004; Quiroga et al., 1998) aunque se debe siempre considerar las variaciones de textura que caracterizan a los mismos.

En esta región debido a la importante variabilidad de las precipitaciones y a la textura de sus suelos, con esta práctica se puede lograr un incremento de la eficiencia del uso del agua, con un impacto importante sobre la producción de cultivos. El riesgo de la variabilidad en las precipitaciones podría ser atenuado con agua almacenada en el suelo que permita al cultivo sortear sequías intermitentes. Dardanelli (1998) encontró que el sistema de SD es capaz de captar más agua que la LC, aunque las pérdidas persisten debido a la gran cantidad de limo que posee el horizonte superficial.

Para Andriani et al. (2002) la infiltración no sólo depende de la porosidad total sino principalmente del tamaño y continuidad de los poros, siendo la cantidad y el tamaño sumamente importantes para el crecimiento de las raíces y el movimiento del agua y solutos en el suelo. El sistema de SD se caracteriza como susceptible a la compactación debido a la consolidación natural de partículas, al tráfico de maquinarias o al pisoteo de los animales principalmente cuando el suelo está húmedo. Sin embargo, ese aumento de la densidad aparente no llega a ser un impedimento serio para el rendimiento de los cultivos siempre que se mantenga una buena cobertura de residuos que mantenga una buena humedad edáfica. Por otra parte los poros que se generan como consecuencia de la mayor actividad de la fauna edáfica, del sistema radical y malezas y la falta de labranzas, hacen que se mantenga la continuidad de los mismos aumentando la infiltración. Estas características influyen decididamente en los resultados encontrados comparando la infiltración básica en lotes con SD en rotación y lotes con LC y monocultivo de soja o doble cultivo, demostrando que los valores de los primeros duplican o hasta triplican a la LC. El agua acumulada en SD también fue mayor que en LC, lo que puede deberse a una mayor captación y acumulación de agua del barbecho anterior. El lote en SD tenía 253 mm de agua útil acumulados hasta 2 metros mientras que la LC sólo 81 mm. En síntesis la SD incrementa el ingreso de agua al perfil (precipitación efectiva), y por el otro, disminuye la evaporación desde la superficie del

suelo quedando, de esta manera, mayor cantidad de agua disponible para el crecimiento en los primeros estadios de los cultivos, y asegurando la disponibilidad de agua en el período crítico del cultivo, donde el déficit hídrico afecta los procesos de generación y definición de rendimiento. La mejora en el ingreso de agua al perfil, por lo tanto, se atribuye a la presencia de rastrojo en superficie que evita el impacto de la gota de lluvia, reduciendo así el potencial del suelo a encostrarse y erosionarse (Dardanelli, 1998) y al proceso de regeneración de macroporos en el largo plazo logrando en definitiva una mejora en la infiltración.

Los sistemas de labranza conservacionista presentaron, además, mayor estabilidad estructural, contenido de carbono orgánico total (COT) entre los 0 a 5 cm (1,65 % en LCo y 1.05% en L C) y relación C/N del suelo (Núñez et al., 1996). En relación al contenido de C orgánico, Steinbach y Alvarez (2005) señalan que el incremento promedio entre SD y sistemas de labranza fue de 2,76 Tn C/ha y que éste fue mayor entre 4 y 9 años de introducida la SD, lo que indica que el período de secuestro de C bajo SD ocurre principalmente en ese lapso y con un incremento anual medio de 460 kg C/ha.año. Resultados coincidentes fueron hallados para la misma zona por Abril et al. (2005) y Apezteguía y Sereno (2002).

La densidad aparente mostró una tendencia inversa a la del COT y fue variable con la profundidad. Con respecto a esta misma variable, Bachmeier y Rollán (2005) observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de densidad aparente promedio entre las profundidades de 0 a 7 y 7 a 14 cm (1,24 y 1,30 mg/m³, respectivamente), lo que confirmaría que existe un efecto de compactación a nivel subsuperficial en sistemas bajo siembra directa. También se observaron diferencias significativas en el carbono orgánico entre ambas profundidades, con valores promedio de 19,1 g/kg y 12,6 g/kg, respectivamente. Un mayor valor de carbono orgánico en superficie, debido a una acumulación de rastrojo, estaría determinando una mejor estructuración, permitiendo mayor porosidad, y posibilitando el incremento del contenido hídrico de los primeros centímetros como consecuencia de una alteración en la distribución del tamaño de los poros que afectan la dinámica del agua edáfica (Andriulo y Cardone, 1998). Los mayores contenidos de carbono en los primeros centímetros y la pequeña remoción realizada por la sembradora en SD, estarían evitando la densificación superficial por falta de laboreo (Peirone et al., 2008).

También se han podido observar en sistemas bajo siembra directa un efecto sobre la resistencia mecánica a la penetración a profundidades entre 10 y 15 cm, en comparación con sistemas bajo laboreo en forma convencional o vertical, efecto que se correlacionaría con una mayor densidad aparente a la misma profundidad. En el área de este estudio, la densificación subsuperficial detectada se vio acompañada por una evidente disposición laminar de las partículas de suelo, condición en la que se observó una importante distribución horizontal de raíces muertas. Según señala Chagas et al (1994), los efectos de compactación en estos sistemas podrían deberse a la falta de remoción del suelo, y al peso de la maquinaria de siembra directa. La densificación subsuperficial no representaría un problema mientras no se observen dificultades en la penetración de las raíces de los cultivos y en la actividad biológica del suelo (Peirone et al. (2008).

La acumulación superficial de MO es importante para la resistencia del suelo a la erosión hídrica y eólica. Según Michelena e Irurtia (2002) el control de la erosión en

sistemas de siembra directa, se debe al efecto protector de los rastrojos de los cultivos en superficie, los cuales evitan el impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, evitando la destrucción de los agregados y la formación de “sellos ó costras”. Este efecto depende del tipo de rastrojo, la densidad de la cobertura y su persistencia en el tiempo. De esta forma se garantiza una alta infiltración del agua con un aumento del 70 al 100% dependiendo de la textura de los suelos y el almacenamiento en el perfil. Marelli (1994) haciendo mención a un trabajo de Harold y Edwards (1972) presenta valores promedios de 30 Tn/ha de pérdida en un suelo arado y preparado para maíz, contra 0,07 Tn/ha para SD. En la EEA de Marcos Juárez para la secuencia trigo-soja se apreció una pérdida de 3 Tn/ha en sistema convencional contra 1 Tn/ha en SD en el período de emergencia de soja, mientras que para barbecho desnudo se registró un valor de aproximadamente 5 Tn/ha (Marelli, 1999).

Casas (2000) plantea que las condiciones generadas por la SD favorecen el proceso de humificación al mantener un medio poroso que provee adecuada aireación, alternancia con breves períodos de anaerobiosis parcial, adecuado nivel de humedad y temperaturas medias. En estas condiciones es muy importante la actividad de la mesofauna, especialmente las lombrices, que desempeñan un rol decisivo en la formación de los complejos arcillo-húmicos mediante la ingestión de limo, arcilla y materia orgánica. En el tracto digestivo se mezclan, incorporándose además calcio y microorganismos. El contenido de cationes bivalentes, principalmente calcio y magnesio, es de fundamental importancia para la formación de los complejos arcillo-húmicos. Otro aspecto de mucha importancia debido a condiciones de mayor humedad y elevado contenido de sustratos de carbono orgánico lábil es el ambiente ideal que se constituye para la actividad de los microorganismos. Estas condiciones en la superficie del suelo influyen mucho en el tamaño y composición de las poblaciones microbianas. Aumentan la abundancia de la biomasa microbiana, los microbios aeróbicos, los anaeróbicos facultativos y los desnitrificadores. Estas condiciones también favorecen la actividad enzimática.

En trabajos realizados en la zona de Marcos Juárez, se observó que al aumentar la MO del suelo a través del rastrojo del cultivo de maíz en SD, se activó el sistema biológico, incrementándose la biomasa microbiana y determinados grupos bacterianos tales como las celulolíticos y los nitratos (Marelli, 1999). Estos procesos biológicos están condicionados por el nivel del aporte de residuos. Abril et al. (2005) considera que la liberación de nutrientes a partir de la cobertura después de varios años puede ser muy diferente a la de coberturas con pocos años de SD, donde los procesos de inmovilización de nutrientes son muy marcados. El efecto acumulativo del rastrojo bajo SD a lo largo del tiempo otorgaría una mayor estabilidad al sistema, en el cual los nutrientes de la cobertura en avanzado estado de descomposición pasarían al suelo de manera gradual durante todo el ciclo del cultivo, cubriendo de una manera más sincronizada los requerimientos nutricionales.

En función de los resultados encontrados en las investigaciones analizadas, se puede concluir que la siembra directa es una práctica conservacionista siempre y cuando se logre una cobertura del suelo mayor a un 50 % (Marelli, 1999), logrando una disminución en las tasas de erosión del suelo y una mayor infiltración por un menor sellado superficial de los poros debido a la intercepción de la gota de lluvia por parte del rastrojo, disminuyendo de esta forma la velocidad de escurrimiento. El rastrojo en superficie permite además una menor tasa de evaporación, permitiendo conservar el agua almacenada. Esta práctica ha logrado en la zona central de Córdoba en general

aumentar la disponibilidad de agua para los cultivos, hecho que permite disminuir la vulnerabilidad frente a las condiciones climáticas propias de esta zona. Esta es una de las características que ha permitido la gran difusión y aceptación de esta técnica, sin embargo se puede observar en SP que han adoptado este sistema de labranza, problemas de compactación superficial y subsuperficial provocados por una deficiente cobertura de los suelos y el trabajo con maquinarias pesadas en condiciones de alta humedad de los suelos, ocasionando mayor resistencia mecánica con efectos visibles en el crecimiento de las raíces. Si bien se ha logrado aumentar el porcentaje de MO y la estabilidad estructural, el proceso de recuperación es lento y se ve perjudicado principalmente por los deficientes niveles de aporte de residuos en los esquemas productivos adoptados por los productores

Efecto de rotaciones

El contenido de materia orgánica de los suelos ha sufrido una importante reducción debido a la transformación de los ecosistemas naturales a sistemas antropizados con distinta intensidad de uso y manejo tecnológico. Quiroga et al (1999), comparando el contenido de MO en suelos vírgenes con suelos con rotación agrícola ganadera (SR) y suelos sólo con cultivos anuales agrícolas (SA) en la región semiárida pampeana, indica que el porcentaje de MO disminuye un 48% en SA y un 32% en SR, el Nitrógeno total un 59% en SA y un 41% en SR y el fósforo un 26% en SA y un 14% en SR. También plantea que los diferentes manejos inciden principalmente sobre la MO lábil del suelo, considerada una variable clave para interpretar los cambios en la fertilidad del suelo, siendo esta un 18% en suelos con SA, 32% en suelos con SR y 61% en suelos vírgenes. Estos resultados marcan una diferencia importante cuando se implementan rotaciones agrícolas-ganaderas donde se reproduce la alternancia perenne/ anual que define ciclos de construcción de fertilidad (pradera) y de descarga, por aprovechamiento de la misma por parte de los cultivos anuales (Casanovas et al., 1995).

La disminución del 1% de MO significa tener entre 1200 y 1400 Kg. menos de nitrógeno, entre 100 a 120 Kg. menos de fósforo y entre 70 y 80 Kg. menos de azufre, menor capacidad para retener agua, menor cantidad de macroporos y microporos y menor vida microbológica (Ventimiglia, 2004).

En los sistemas agrícolas, el aporte de la materia orgánica al suelo depende exclusivamente del tipo de residuos de los cultivos seleccionados, los que varían en cantidad y calidad. En relación al aporte en cantidad de residuos, en un ensayo llevado a cabo por Cordone et al. (1995) en el norte de Buenos Aires encontraron que los aportes para dos campañas (dependiendo del rendimiento logrado) fue para maíz entre 8,8 y 9,6 Tn/ha, para trigo 4,8 a 5,8 Tn/ha, para soja de primera 4,3 a 6,1 Tn/ha y para soja de segunda 3 a 3,5 Tn/ha. Si bien el maíz tiene un mayor aporte, concentra aproximadamente la mitad de su peso en tallos y marlos que son órganos voluminosos que cubren menos el suelo que hojas y chalas. Por el contrario en trigo, al tener una distribución más uniforme entre las distintas partes de su planta, y al sembrarse en hileras más cercanas cubre mejor el suelo con menor cantidad de residuo. Para la zona de Lozada (Dpto Santa María), Provincia de Córdoba en un ensayo comparativo de monocultivo de soja y rotación gramínea-leguminosa, se encontró que el aporte de una soja en monocultivo fue de 2,7 Tn/ha mientras que un maíz en una secuencia soja-maíz aportó 6,9 Tn/ha (Alessandria et al., 2005).

En los SP estudiados los resultados demostraron que hay dominancia del cultivo de soja que participa en un 42 a 100% de la superficie predial. Este cultivo no se caracteriza por un aporte importante de MO comparándolo con otros, por ejemplo maíz o sorgo. Lo cual, ha llevado a que muchos de los efectos positivos de la SD se manifiesten de manera parcial o a muy largo plazo, influyendo en el comportamiento de ciertas variables edáficas. Así por ejemplo, Bachmeier y Rollan (2005) trabajando en establecimientos de la zona semiárida de Córdoba, observaron que los cambios en las variables edáficas estarían asociados al cultivo antecesor. En los lotes de soja donde el cultivo antecesor era maíz, las densidades aparentes fueron menores a aquellos lotes donde se estaba haciendo maíz o trigo, y cuyo cultivo antecesor era soja. Esto se debería al efecto del sistema radical de las gramíneas, las cuales por su comportamiento homorrizo mejoran la estructura, favoreciendo la porosidad total (Marelli, 1997).

Martellotto et al. (2001) en un experimento de larga duración en el EEA Manfredi, Córdoba, utilizando labranza reducida, comprobaron una importante disminución de la MO edáfica en los monocultivos de soja y maní del orden de 13.000 y 11.000 Kg/ha respectivamente, mientras que para la rotación sorgo-soja esta reducción fue sólo de 2000 Kg/ha. Así mismo el rendimiento promedio de 5 campañas fue un 32% superior en rotación con sorgo respecto al obtenido en monocultivo de soja.

La rotación también modificó la cantidad de agua disponible para los cultivos, siendo en SD de 180 mm para la secuencia soja /soja y de 260 mm para la de sorgo/soja y, la eficiencia en el uso del agua que fue de 5,6 Kg/mm en soja continua y 7,4 Kg/mm en rotación. Este aumento de la disponibilidad de agua se debe a la combinación de aumento de MO en la capa superficial, mejora de la estructura, efecto de la cobertura, mayor lluvia efectiva y menor evaporación. La mayor cobertura aportada por rastrojos voluminosos influye también en las tasas de escurrimiento y pérdida de suelo. Así Marelli (1984) demostró que para controlar el escurrimiento en la zona en estudio se necesitan de 4000 a 8000 Kg/ha de residuos de cosecha en superficie. La SD produjo menor tasa de pérdida de suelo con incorporación de gramíneas cuando se la comparó con otros sistemas de labranza y diferentes secuencias. Por ejemplo maíz/maíz arrojó una pérdida de 3 Tn/ha/año, maíz/soja de 7 Tn/ha/año, trigo/soja de 6 Tn/ha/año mientras que soja/soja fue el valor más alto con 9 Tn/ha/año.

En cuanto al aporte de los rastrojos según su calidad, la composición bioquímica de la parte aérea de los residuos es uno de los factores determinantes de la velocidad inicial de descomposición y de su perdurabilidad. Según Cordone et al (1995) los residuos de maíz y trigo con una relación C/N de 110 y 101 respectivamente y pobres en nitrógeno se descomponen y liberan nutrientes lentamente, en consecuencia, pocos nutrientes estarán disponibles para el cultivo siguiente, pero permanecerán en el suelo. Por el contrario, los residuos de soja ricos en N y con baja relación C/N (alrededor de 50) se descomponen rápidamente y suministran nutrientes en los primeros estadios del cultivo siguiente. El balance de carbono del suelo se mejora a través de la inclusión de gramíneas en la rotación. Comparando una rotación con mayor frecuencia de gramíneas (trigo-maíz) que soja da un balance positivo de 67 Kg/ha mientras que rotaciones con mayor frecuencia de soja arrojan resultados de balance negativo (-273 Kg/ha) (García , 2003) .Combinando cantidad y calidad de residuos, tenemos que a mayor cantidad de materia seca incorporada al suelo, mayor será la cantidad de MO almacenada, por lo tanto es conveniente la incorporación de cultivos como el maíz o sorgo en la rotación ya

que aportan el doble de materia seca que la soja de primera y el triple de una de segunda. También es importante la calidad del residuo, debiendo apuntar a incluir en la rotación aquellos cultivos de relación C:N elevadas, tales como el maíz o el trigo, de descomposición mas lenta y mayor perdurabilidad sobre el suelo (Casas, 2003).

El aporte de MO a través de las rotaciones según Castellarín y Salvagiotti (2004) influyen en las condiciones físicas de los suelos, principalmente en lo que se refiere al estado estructural y distribución de raíces y, también en la fertilidad química. En este sentido la MO es reserva de numerosos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. La MO contiene aproximadamente un 58% de carbono (C) y presenta una relación C / N / P / S (Carbono/Nitrógeno/Fósforo/Azufre) estimada en 140:10:1,3:1,3. A partir de esta información, se estima que cada 1% de materia orgánica en 20 cm de suelo, con densidad de 1.1 Tn/m³, contiene: 22.000 kg. /ha de materia orgánica, 12.000 – 13.000 kg. /ha de C, 1000 -1200 kg. /ha de N, 90 -120 kg. /ha de P, y 90 -120 kg. /ha de S. La MO por lo tanto actúa como fuente y destino de los nutrientes en el sistema (García, 2001).

Los cultivos requieren 16 elementos minerales esenciales para su crecimiento y desarrollo, de los cuales 13 deben ser proporcionados por el suelo (García, 2001). Los requerimientos de los principales cultivos utilizados en la zona de estudio, para producir una tonelada de grano seco presentados por Casas (2003) son:

	maíz	soja	trigo	alfalfa
Kg/ Tn de materia seca de granos				
Nitrógeno	22	80	30	27
Fósforo	4	8	5	2.7
Potasio	19	33	19	21
Calcio	3	16	3	12
Magnesio	3	9	3	3
Azufre	4	7	4.5	3.5
Boro	0.020	0.025	0.025	0.030
Cloro	0.44	0.237	-	-
Cobre	0.013	0.025	0.010	0.007
Hierro	0.125	0.300	0.137	0.040
Manganeso	0.189	0.150	0.070	0.025
Molibdeno	0.001	0.005	-	0.0003
Zinc	0.053	0.060	0.052	0.015

Tabla 12: Requerimientos de nutrientes (Kg) por Tn de materia seca producida para los principales cultivos

Se puede observar una extracción importante tanto de macro como de micro nutrientes por parte de la soja en comparación con los otros cultivos. Aunque los rendimientos de soja son mucho menores por ha que los de maíz, y por lo tanto la extracción por ha sería menor, la proporción de superficie destinada a la misma a nivel predial y zonal, hace que la extracción global de nutrientes por este cultivo sea muy importante.

Para analizar el balance entre los aportes y la extracción, se deben considerar los aportes de nutrientes de los distintos rastrojos (Casas, 2003).

Contenido (kg) de nutrientes por cada tonelada de rastrojo			
Nutriente	Trigo	Soja	Maíz
Nitrógeno	4.9-10	8.0-8.2	0.7-6
Fósforo	0.8-1.3	0.8-0.9	0.5-0.9
Potasio	5.0-16	2.1-6.0	3.2-14.0
Calcio	2.5-15.2	7.0-10.0	2.5-7.0
Magnesio	1.0-1.3	1.4-3.0	1.8-2.9
Azufre	0.7-1.8	0.6-0.9	0.5-0.8
Hierro	0.100	0.133-0.200	0.180-0.200
Zinc	0.010-0.016	0.007-0.013	0.012-0.020
Cobre	0.003-0.004	0.006-0.014	0.005-0.008
Manganeso	0.082-0.600	0.063-0.113	0.025-0.127
Boro	0.002-0.040	0.004-0.055	0.007-0.012

Tabla 13: Aporte de nutrientes (Kg) por cada Tn de rastrojo de los principales cultivos

Los rastrojos de soja son ricos en nitrógeno, mientras que lo de trigo y maíz se destacan por un importante aporte en general de fósforo y potasio.

Para el caso de los SP estudiados y teniendo en cuenta datos promedios de rendimientos, el resultado del balance, utilizando los datos aportados por Casas (2003) en las Tablas precedentes y sin considerar aportes de fertilizantes ni la fijación biológica por parte de las leguminosas, fue:

Cultivo	Soja	Maíz	Trigo
Aporte promedio de rastrojo (Tn/ha)	4	8	5
Rendimiento promedio en la zona (qq/ha)	25	80	20
N aportado (Kg/ha)	32	16	24
N extraído (Kg/ha)	200	176	60
Balance de N	-168	-160	-36
P aportado (Kg/ha)	3,2	4	4
P extraído (Kg/ha)	20	32	10
Balance de P	-16,8	-28	-6
K aportado (Kg/ha)	8,4	25,6	25
K extraído (Kg/ha)	82,5	152	38
Balance de K	-74,1	-126,4	-13
S aportado (Kg/ha)	2,4	4	3,5
S extraído (Kg/ha)	17,5	32	9
Balance de S	-15,1	-28	-5.5

Tabla 14: Balance de nutrientes (aporte-requerimientos) para los principales cultivos de la zona central de Córdoba (No se consideraron aportes por fertilizantes ni fijación biológica)

Los resultados muestran un balance negativo para todos los cultivos y en todos los nutrientes considerados, destacándose principalmente el maíz y la soja. En el caso del trigo se trabajó con rendimientos promedios bajos debido a la gran variabilidad en los rendimientos en función de las fluctuaciones climáticas en esa época del año. Darwich (2003) haciendo este mismo análisis, pero considerando la reposición con aportes por fertilización según las dosis aplicadas comúnmente sólo en los cultivos de trigo y maíz, llega a resultados de desbalance en todos los cultivos. Concluyendo que en la totalidad

de los casos evaluados no se alcanza a reponer vía fertilización la extracción de nutrientes producida por las cosechas.

Al analizar estos datos en función de los procesos de agriculturización y sojización ocurridos en la zona pampeana, se puede inferir las pérdidas de materia orgánica anteriormente descritas y la cantidad importante de nutrientes extraídos, de acuerdo a los cambios ocurridos en el uso de la tierra desde los años 70' hasta finales de la década del 90'. Así, según Flores y Sarandón (2002) en el período (1970-1979) la pérdida de nutrientes alcanzó a 4,2 millones de Tn. De este total un 14,5% de la pérdida correspondió al cultivo de soja y el 46% y 39,5 % al trigo y maíz respectivamente. Las pérdidas registradas durante la década del '80 fueron en total 7,9 millones de Tn. El 41,3% de los nutrientes se perdieron como consecuencia del balance de nutrientes negativo para el cultivo de soja y el 35,3% y 23,4 % del trigo y maíz respectivamente. Mientras que en la década del '90 se alcanzó un total de 10,8 millones de Tn. de pérdida con una distribución entre los cultivos de soja, trigo y maíz que fue de 60,8%, 15,7% y 23,5% respectivamente. Las pérdidas promedio de nutrientes por hectárea cultivada con soja y maíz, sufrieron un incremento a lo largo de las 3 décadas analizadas. En el caso del trigo, las pérdidas promedio de N y P en la década del '90 fueron menores a las de las dos décadas anteriores, producto del aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados. El costo de reposición del total de nutrientes extraídos por cosecha en la Región Pampeana Argentina durante el período 1970- 1999, a precios de enero de 2000, alcanzó un valor de 13 mil millones de pesos.

Los SP estudiados reflejan una importante disminución de la diversidad tanto espacial como temporal lo que se traduce en una dominancia del monocultivo de soja. En función de lo analizado, la soja aporta muy poco volumen de rastrojo y realiza una importante extracción de nutrientes por lo que su uso en forma continua acelera los procesos de pérdida de fertilidad física y química. Los lotes con SD en soja continua o alternada con maíz o trigo cada 4 o 5 años, que es la característica dominante de los SP estudiados en el M2, no presentan las condiciones deseables en un esquema de adopción de SD como son, mayor contenido de MO, mejor porosidad, estabilidad estructural y tasa de infiltración. Muy por el contrario se presentan suelos con relativamente baja cobertura, compactaciones superficiales y subsuperficiales, signos de escorrentía, y mayor dependencia del uso de fertilizantes. Si bien se logra una mejor acumulación del agua en el suelo, la dependencia de las condiciones climáticas es decisiva en la determinación de la fecha de siembra y en el rendimiento del cultivo. La fertilidad física no es considerada clave en los resultados productivos y el eje pasa por aplicar fertilizantes para garantizar la satisfacción de las demandas nutricionales del cultivo. Esto también se ve reflejado en la utilización del análisis de suelo sólo para tomar decisiones en cuanto y con que fertilizar y no como herramienta de monitoreo de la evolución de las condiciones de suelo.

Los cambios tecnológicos adoptados en general por los SP analizados, posicionan a la SD como técnica clave en el manejo tecnológico actual, sin embargo en la medida que no se garantice un aporte adecuado y continuo de residuos al suelo a través de una rotación apropiada, la SD no estaría cumpliendo con su rol de "conservacionista" sino como un eslabón decisivo en el mantenimiento de esquemas productivistas donde la importancia pasa por el aumento de la productividad y rentabilidad aún a costa de la pérdida del recurso suelo. Probablemente resulte necesario priorizar el control interno de los procesos biológicos de los sistemas productivos más que la introducción de

energía externa. En este sentido resultaría importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo para su protección integral. Para ello sería necesario el planteo de rotaciones de cultivos que incluyan rastros de relación C/N elevada (trigo, maíz, sorgo), a los efectos de mantener una cubierta adecuada y lograr un balance positivo de la materia orgánica del suelo. La inclusión del cultivo de soja en la rotación aportaría rastrojo de rápida mineralización y disponibilidad de nutrientes para el cultivo siguiente, evitándose por esa misma causa, el monocultivo.

Efecto uso de agroquímicos

Es reconocido que la adopción de la siembra directa ha permitido disminuir o por lo menos desacelerar procesos de erosión, sin embargo esta se ha llevado a cabo produciendo importantes cambios en los agroecosistemas, debido a que este paquete tecnológico hizo imprescindible el uso intensivo de agroquímicos para el control de malezas e insectos. La utilización de este tipo de tecnología de insumos, genera efectos que van desde la aparición de resistencia en malezas, impactos indeseables sobre la flora y fauna del agroecosistema y posibles problemas de contaminación al alcanzar las napas y el perfil del suelo (Pengue, 2001).

En relación al control de malezas se observa la adopción del control químico como método exclusivo y por lo tanto, en comparación con el sistema de labranza convencional, se utilizan mayores cantidades de herbicidas debido a su uso en el período de barbecho y también a mayores dosis utilizadas en pre y post-emergencia. Además se produce un cambio en el tipo y formulación de herbicidas, es así que de aplicar más de 60 tipos de formulaciones químicas tanto en las tareas de pre-siembra, como en las de pre-emergencia y post-emergencia del cultivo, se pasó a utilizar principalmente dos formulaciones, el 2, 4 D y el glifosato en las diferentes etapas del cultivo como herramienta única para el control de las malezas (Souza Casadinho, 2005). Se pasa del uso de herbicidas selectivos y de acción residual hacia otros de amplio espectro y ventana de aplicación.

Los resultados de este trabajo evidencian un cambio importante en el tipo de barbecho que pasa a ser casi exclusivamente químico con la aplicación de 2 o 3 pasadas de glifosato para eliminar las malezas en el período de reposo y disminuir la extracción de agua y nutrientes por parte de éstas. Siendo la soja transgénica, el cultivo de mayor adopción, el uso de del glifosato, antes y durante del ciclo del cultivo, se convirtió en la práctica más habitual. Esto ha llevado a los sistemas productivos a una homogeneidad no sólo del punto de vista de paisaje donde lo que domina es el cultivo de soja sino también una homogeneización a nivel de prácticas de control de FBA como los mencionados anteriormente. Esto lleva a una disminución de la diversidad productiva y de la agrodiversidad que comprende no sólo la elección de los cultivos, sino que considera la diversidad de manejos que se pueden utilizar en los diferentes SP.

La adopción masiva de siembra directa, la adopción de cultivares de soja resistentes al glifosato, el monocultivo de soja y la sustitución de herbicidas tradicionales por el glifosato, determinó que se ejerza una importante presión de selección sobre la comunidad de malezas, dirigida fundamentalmente a especies adaptadas al no laboreo y relativamente tolerantes al glifosato, lo cual en ciertos casos generó cambios en la abundancia relativa, comenzando a destacarse especies de malezas que antes pasaban desapercibidas. (Souza Casadinho, 2004) A esto se suma que el uso continuo de un tipo

de herbicida incrementa enormemente el riesgo de desarrollo de resistencia al mismo, en las poblaciones de malezas (Altieri, 2001).

La aparición de malezas con biotipos tolerantes al herbicida o resistentes al mismo era generalmente desconocida en esta región, sin embargo, actualmente se han encontrado malezas tolerantes a las dosis recomendadas de glifosato (Rainero, 2004; Stoll et al., 2007). Esto obliga a aumentar la dosis habitual o a la mezcla de este herbicida con otros, para incrementar el efecto sobre algunas malezas o también para conseguir un control más prolongado que no es posible lograrlo con glifosato solo, cuya acción residual es nula o casi nula. Esto lleva a que en la actualidad se realicen entre dos y cuatro aplicaciones de glifosato con dosis que van desde los 2 litros a los 4 litros por hectárea, llegando a aplicar hasta 8 litros de producto por cada ciclo de cultivo. La baja residualidad hace que este herbicida no logre controlar de manera efectiva las plántulas de malezas debido a la cobertura de rastrojos o que germinan inmediatamente después de la pulverización (Bedmar, et al. 2001). Es importante también considerar que en el 2005 se confirmó el primer caso de resistencia a glifosato en biotipos de sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) en el país (Tuesca et al., 2007).

Asociado al uso de herbicidas se utilizan aditivos (aceites minerales o tensioactivos) que mejoran su efectividad, lo cual adquiere fundamental importancia cuando se aplican bajo condiciones adversas de algún factor ambiental. En el caso de los aceites este efecto se logra porque mejoran la compatibilidad con la fase lipofítica de la cutícula, que es la primera barrera al pasaje de sustancias en la hoja, mientras que los tensioactivos reducen la tensión superficial de las gotas del caldo pulverizado aumentando el área cubierta por cada una (Bedmar et al., 2001).

El glifosato es considerado levemente tóxico, clase D, sin embargo los productos que se utilizan para mejorar su adsorción como surfactantes o coadyuvantes pueden resultar más tóxicos para el ambiente que el herbicida mismo (Pengue, 2001). Al respecto Souza Casadinho (2004) plantea que si bien este herbicida es cien veces más tóxico para los peces que para los seres humanos y es también tóxico para las lombrices de tierra y las bacterias y hongos benéficos del suelo, los graves problemas tóxicos de este producto no provienen sólo de su ingrediente activo sino de sus componentes inertes. Entre ellos el más importante es el surfactante conocido como Poa cuya dosis letal es tres veces más grande que la del propio herbicida. Otro componente inerte es la isopropilamina, sustancia extremadamente peligrosa y destructiva para el tejido de la membrana mucosa y vías respiratorias superiores.

Pengue (2003) analiza otros efectos que se le atribuyen al uso de este tipo de producto. Entre ellos menciona la incidencia que tiene sobre muchas plantas silvestres que son refugio, alimento o área de reproducción de insectos benéficos. Su desaparición afectaría sensiblemente los sistemas de control integrado de plagas y enfermedades cuyo uso se plantea en un manejo holístico de los recursos. Si bien para el caso de las abejas este producto no se considera tóxico, sí existe un daño indirecto ya que actúa sobre las poblaciones de plantas que pueden ser hospedaje, alimento o área de cría de éstos. Por otro lado, se sostiene que el uso de este herbicida puede conducir a la contaminación más prolongada del agua, así como daños en animales y microorganismos benéficos para el suelo (Cox, 1995, citado por Pengue, 2003).

En estudios donde se evaluó la abundancia de macrofauna en lotes con aplicación del paquete tecnológico de soja RR y utilización de glifosato y clorpirifos, encontraron que esta era muy escasa y con casi nula presencia de lombrices, escasos números de cienpies, vaquitas predatoras y nidos de hormigas coloradas (Giménez et al., 2006).

Otro de los efectos que se plantea es que el glifosato puede inhibir la fijación anaeróbica de nitrógeno en microorganismos del suelo (Basack et al., 2006). Esto podría explicar la falta de efectividad mencionada por los productores en relación a la técnica de inoculación. Este producto se considera que es inactivado una vez que llega al suelo principalmente a través de dos mecanismos que son la retención y la degradación microbiana (Rampoldi et al., 2008), sin embargo se citan en el trabajo de Pengue (2003) estudios que reportan que existe una permanencia mayor de un remanente que no fue degradado inicialmente, encontrándose datos de permanencia en suelos agrícolas de 249 días y mayores en suelos forestales. En el caso de su uso en SD, Rampoldi et al. (2008) concluyen que la mineralización del glifosato es más rápida en materiales frescos mientras que en residuos más envejecidos la persistencia es mayor.

El uso de dosis más elevadas junto a un incremento en el número de aplicaciones ha aumentado el riesgo de intoxicaciones en seres humanos partícipes o no del proceso productivo y de una mayor contaminación ambiental. El glifosato es reportado como uno de los plaguicidas que causan incidentes de envenenamiento en humanos. Entre los síntomas registrados se encuentran irritaciones dermales y oculares, náuseas, mareos así como problemas respiratorios, aumento de la presión sanguínea y reacciones alérgicas. Según informa Kaczewer (2002), existen cuestionamientos sobre el potencial carcinogénico derivado del uso del herbicida, sus compuestos acompañantes y los productos generados durante su descomposición, detectados con técnicas más modernas.

Otras evidencias del efecto ambiental de la intensificación de las actividades agrícolas, demuestran las elevadas concentraciones de nitratos, atrazina y glifosato encontradas en el agua de drenaje, en períodos de lluvias que favorecieron el pasaje hacia las napas y además la presencia de compuestos organoclorados, organofosforados y atrazina en aguas subterráneas (Andriulo et al., 2004). Costa (2004) reporta al respecto que en muchos casos las concentraciones halladas pueden afectar la salud humana.

El consumo de insecticidas ha aumentado considerablemente en los SP actuales y entre las prácticas más difundidas se encuentra el uso de insecticidas preventivos, favorecida por la facilidad de aplicación de insecticidas junto a la aplicación de herbicidas en presembrado o preemergencia. Esta práctica se realiza en momentos donde no existe daño evidente de ningún insecto en particular y los productos más utilizados son los piretroides, específicamente la cipermetrina. Sin embargo su aplicación no logra los efectos deseados ya que no se tiene en cuenta, que muchos de los productos utilizados no tiene poder residual para controlar la posible aparición de un insecto plaga, pero si tiene efecto inmediato sobre la fauna benéfica. La menor abundancia de insectos benéficos no sólo está asociada a la utilización de insecticidas preventivos y de amplio espectro, sino que está asociada a la pérdida de riqueza y diversidad de especies tanto cultivables como espontáneas en los SP de la zona central de Córdoba. Esta simplificación de los sistemas altera la estructura y dinámica de los mismos produciendo una pérdida de la diversidad de nichos y una reducción de las interacciones

tróficas (Gliessman, et al., 2007), disminuyendo por lo tanto la abundancia y diversidad de predadores y parasitoides.

Por otra parte, el control químico somete a las poblaciones de plagas a una presión de selección tal, que da origen a la resistencia genética, lo que ha llevado a un aumento importante de las dosis utilizadas. Si bien en la actualidad hay una tendencia al uso de insecticidas más específicos y de menor toxicidad, los productores utilizan, por ejemplo en el caso de la soja casi exclusivamente cipermetrina, clorpirifos y endosulfan. Las aplicaciones de insecticidas se realizan en un alto porcentaje sin un previo monitoreo de plagas y con un aumento progresivo de las dosis utilizadas. La falta de técnicas preventivas como la utilización de rotaciones de cultivos y manejo de fechas de siembra hacen del control químico curativo la única herramienta utilizada en los SP.

Souza Casadinho (2005) señala que aún con precios favorables y adecuada rentabilidad, es posible afirmar que el esquema productivo basado en el monocultivo de soja no es capaz de retribuir las externalidades generadas por el deterioro de los suelos y las aplicaciones masivas de herbicidas, insecticidas y fungicidas.

Los suelos ya demuestran indicadores de agotamiento de nutrientes requiriéndose la aplicación de mayores dosis de fertilizantes, además al no realizarse rotaciones se presenta una mayor aparición de insectos plaga y desarrollo de enfermedades producidas por hongos, las cuales se combaten mediante la aplicación de una mayor cantidad de productos químicos.

Los impactos ambientales aquí analizados enfocan al problema del cambio tecnológico desde una perspectiva micro, es decir su impacto a nivel unidad de producción o, más específicamente, a escala de potrero o parcela de cultivo. No obstante, es necesario destacar que los cambios tecnológicos aquí descriptos están produciendo también importantes transformaciones a nivel macro, es decir a escala regional o provincial. En este sentido, el principal impacto registrado se vincula con la transformación del paisaje como consecuencia de la expansión de la agricultura industrial sobre regiones históricamente dedicadas a la ganadería extensiva. Entre 1969 y 1999, solo en la Provincia de Córdoba se perdieron 1,2 millones de bosque nativo. Este impacto fue particularmente importante en la planicie ubicada al Este de las Sierras Chicas, donde se perdieron casi 900.000 Has de bosque. Así, en sólo 30 años la superficie ocupada por bosque chaqueño de llanura pasó de 47% a sólo 7% de la superficie de la Provincia de Córdoba (Zak et al., 2008). Por lo tanto, resulta importante analizar el impacto ambiental de las transformaciones tecnológicas de la agricultura pampeana desde dos puntos de vistas. Por un lado, a escala micro su incidencia en la fertilidad del suelo y en el manejo de plagas y enfermedades y, por otro, su impacto en la transformación de los ecosistemas nativos, lo que incide directamente en la conservación del ambiente y la provisión de servicios ambientales no solo para los actores locales, sino también para el conjunto de la sociedad.

3.4. Destino de las Inversiones

Los cambios tecnológicos analizados anteriormente tienen su correlato en las inversiones llevadas a cabo por los productores en bienes de capital, relacionados con la

adquisición de tierras, maquinarias y la implementación de mejoras. También cabe aclarar que muchos productores accedieron a cambios tecnológicos sin llegar a hacer grandes inversiones de capital debido a la contratación de servicios de labores de siembra, pulverización y cosecha. Priorizando en la mayoría de los casos el acceso a insumos de última generación (semillas transgénicas, nuevas formulaciones de agroquímicos, distintos tipos de fertilizantes) que a la inversiones propiamente dichas.

3.4.1. Tierra

Como se planteó anteriormente en el análisis de la variable superficie total, un 20% de los productores accedieron a la compra de tierra, concentrándose la misma entre los años 2001 y 2002. Si bien el porcentaje de productores que compraron tierras no es muy importante, la posibilidad de haberla concretado puede responder a la situación contextual de ese período. A partir del año 2001 se produce un aumento significativo en el precio internacional de los productos agrícolas y la devaluación de la moneda, lo que tuvo su efecto en la estructura de precios relativos, incrementando la renta apropiada por los productores agropecuarios. En el año 2002 se registra un incremento en el precio de la tierra que fue motorizado por la mayor rentabilidad de la producción agropecuaria. Esta suba del precio de la tierra significó un aumento de las ganancias patrimoniales. El precio de la tierra se incrementó en un 168% en términos reales entre los años 2001 y 2004 pasando de \$5447/ha a \$ 14.611/ha (Rodríguez y Arceo, 2006).

3.4.2. Maquinaria

En este aspecto se hace referencia en primer lugar al tipo de maquinaria adquirida por los productores en este período y dentro de éste, a las épocas en que tiene lugar la compra de las mismas. Luego se analiza cual fue la situación contextual en el país que favoreció este proceso.

3.4.2.1. Sembradora de siembra directa

En el período considerado entre los M1 y M2, la principal inversión llevada a cabo por los productores encuestados fue la sembradora de siembra directa, tal como se observa en la Figura 29.

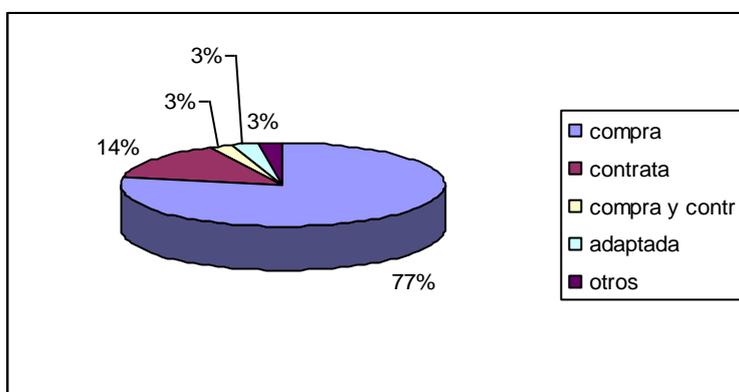


Figura 29: Distribución porcentual de la forma de acceso al uso de sembradora de siembra directa

En el M2 el total de productores realiza siembra directa, produciéndose este hecho principalmente por la compra del implemento y en segundo lugar por la contratación del mismo. Un pequeño porcentaje adapta la sembradora convencional para su uso en sistema de labranza cero, pero sin demasiado éxito, debido a que estas no tenían suficiente peso para introducirse sin dificultad en el suelo. Es importante destacar que de aquellos productores que accedieron a la compra de la sembradora de SD, un 30% realiza trabajos a terceros como contratistas.

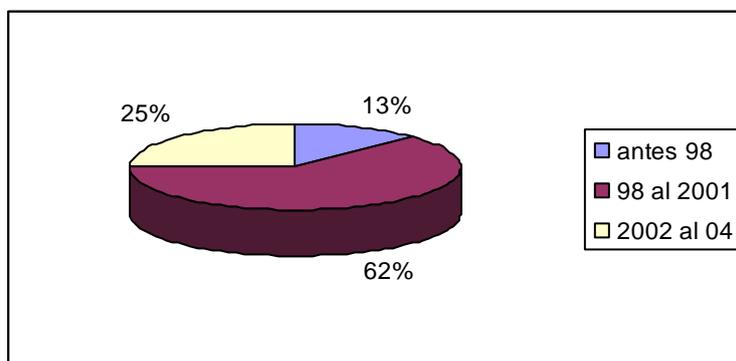


Figura 30: Distribución porcentual del momento de compra de la sembradora de SD

Del total de productores que compraron sembradora de SD (Figura 30), esta se produjo principalmente entre los años 1998 al 2001. De estos, sólo el 10% no incorpora la tolva destinada a la fertilización y de los que lo hicieron, el 53% compraron la misma con el cajón incluido. Los restantes lo incorporaron a partir del año 2001 (Figura 31)

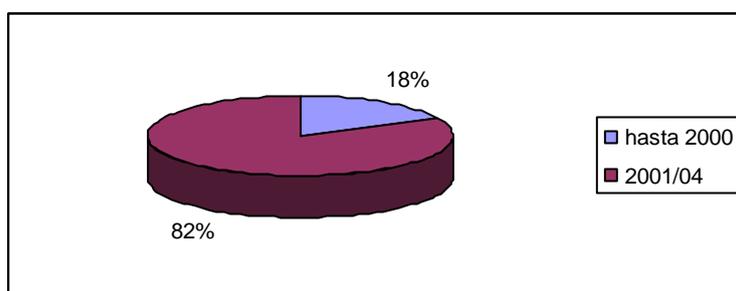


Figura 31: Distribución porcentual del momento de la incorporación del cajón fertilizador en sembradoras de SD

3.4.2.2. Pulverizadoras

Las pulverizadoras de arrastre formaban en más de un 50% de los casos, parte del parque de maquinarias anterior al año 1998 y sólo el 10% realiza la compra de la misma en el período en estudio. De todas formas, todos los productores acceden a la utilización de este implemento ya sea por tenencia propia o por contratación de servicios (35%). En el caso de las pulverizadoras autopropulsadas sólo el 5% accede a su compra, el 17,5% contrata el servicio y la gran mayoría no la utiliza.

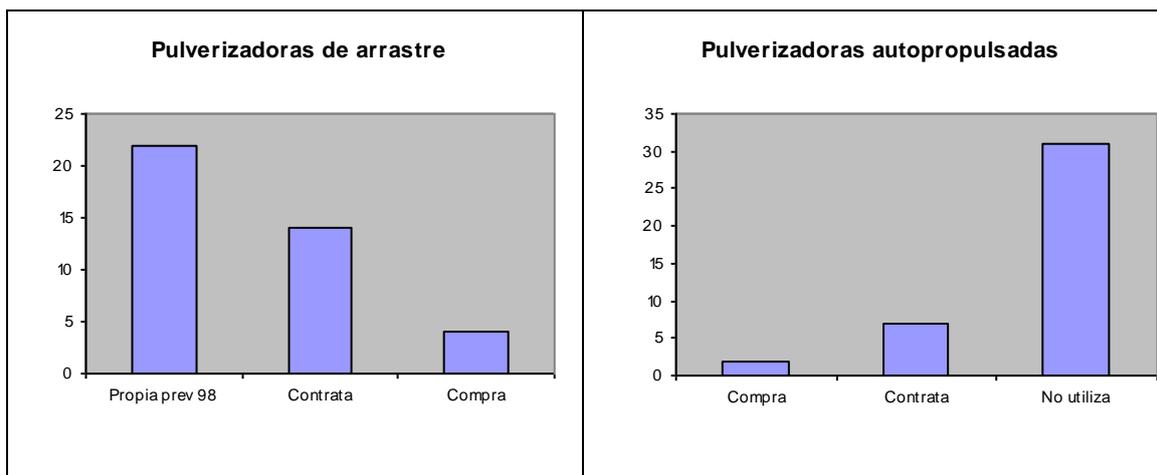


Figura 32: Número de SP según forma de acceso a los distintos tipo de pulverizadoras entre 1998 y 2003

En el caso de las pulverizadoras de arrastre, se observan diferencias entre los tipos de sistemas para el M2. De los sistemas agrícolas un 74% tenía disponibilidad de este implemento antes de 1998, mientras que este porcentaje baja a un 40% en los AC y a un 20% en los mixtos. Estos últimos son los que en mayor proporción compran el implemento (40%) en este período, mientras que los que más contratan son los AC en un 53%.

3.4.2.3. Cosechadoras

Se observa un alto porcentaje de productores que contratan el servicio de cosecha. Estos corresponden principalmente a SAC y SM. De aquellos que acceden a la compra de esta maquinaria durante el período total considerado, un 60% brindan servicios como contratistas.

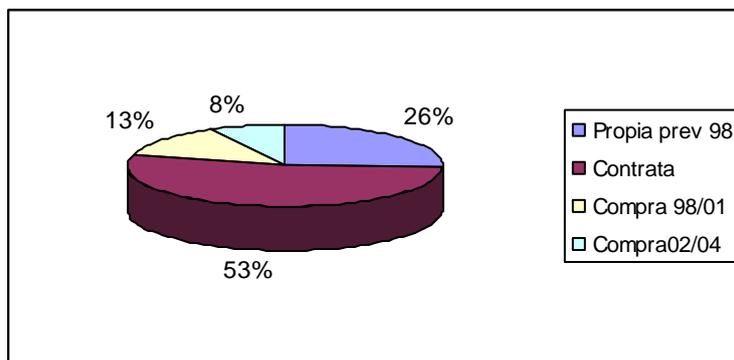


Figura 33: Distribución porcentual de la forma de acceso a la cosechadora entre 1998 y 2003

La mayoría de los que contaban con esta maquinaria con anterioridad al año 1998 pertenecen a los SA.

De acuerdo a los datos obtenidos, la inversión en maquinaria se produce principalmente para la adquisición de la sembradora de siembra directa y en segundo lugar para cosechadoras y estas se dan con mayor frecuencia entre el año 1998 y el 2001. También es de destacar que hay un importante número de productores que compran acoplados para la cosecha y en algunos casos monovolvas.

3.4.2.4. Contextualización de las inversiones en maquinarias

Estas inversiones se producen, según Bisang y Sztulwark (2006) debido a que el funcionamiento del mercado de las maquinarias agrícolas a lo largo de los años noventa tuvo un sustento regulatorio particular, cuyo objetivo fue provocar un shock de capitalización tecnológica, lo cual permitió la importación sin arancel de estos equipamientos, lo que redujo sus precios relativos favoreciendo su incorporación. Complementariamente, se establecieron líneas de créditos para la capitalización agrícola a tasas diferenciales a través de la banca pública. Finalmente, las producciones de máquinas agrícolas fueron incluidas entre los planes de competitividad sectorial.

Si se analizan los datos de venta de maquinarias y equipos desde inicios del '90, en el caso de los tractores podemos observar por medio de la siguiente figura que en los años 1996 y 1997 se produce una fuerte suba de la venta de los mismos con valores de 7380 y 7440 unidades respectivamente y luego se produce una fuerte caída en los dos últimos años de la década, siendo su promedio de 3912 tractores. Repuntando recién en el año 2004 con 6163 unidades, de las cuales le corresponde un 13,62% a los provenientes de la industria nacional y el resto es importado (INDEC, 2002).

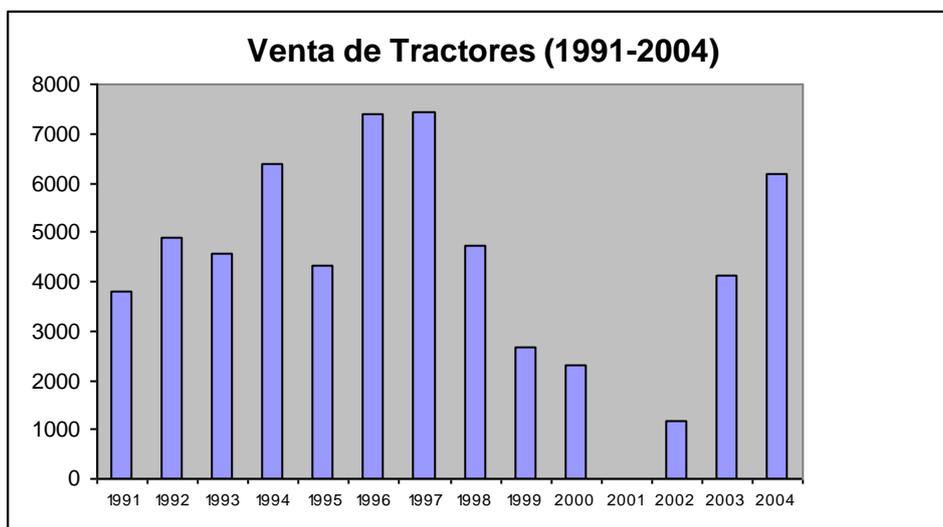


Figura 34: Venta de tractores en Argentina (1991-2004). Elaboración propia a partir de datos del INDEC y CAFMA.

A las cifras mencionadas se les debe agregar que las unidades demandadas desde inicios de los noventa corresponden a tractores de potencia media o alta (más de 120 CV) hecho que contrasta con las demandas por tractores de baja y/o mediana potencia de las décadas previas (CAFMA, 2008). Según datos del censo 2002, para la provincia de Córdoba se produce un incremento del 167% en el total de tractores con una potencia superior a 140HP (4315 unidades) (INDEC, 2002).

Para 1999 la Asociación de Fabricantes de Tractores (AFAT) estimó que se encontraría en operación un parque de 190.000 unidades, muy inferior a las 267.782 unidades registradas en el CNA'88. Estas estimaciones son consistentes con los resultados del Censo Experimental de Pergamino, que en 2001 había registrado una caída del 24% en ese rubro. Esta tendencia podría explicarse por la disminución del número de explotaciones agropecuarias (INDEC, 2002), la mayor cantidad de productores que realizan labores con maquinaria contratada y la difusión de maquinaria autopropulsada. Teniendo en cuenta esto y la inversión promedio de mediados de los años noventa,

puede pensarse en un nivel de reposición de tractores de 4.000 unidades anuales, cifra que se alcanza recién en el año 2003 (Figura 34).

Para Sonnet (1999) los progresos tecnológicos más importantes en la industria del tractor han sido: mejoras en las condiciones de trabajo del operario para evitar la fatiga y enfermedades como la sordera parcial y lesiones de columna vertebral, ahorro de combustible, reducción del volumen de emanaciones y progreso en el manejo del equipo tractivo a través de la facilidad de los mandos y mayor precisión de los tableros.

En el caso de las sembradoras de siembra directa se exhibe un claro dinamismo, mientras que sus ventas no pasaban de una centena a mediados de los ochenta, una década más tarde llegaban a 2200 para estabilizarse en unas 2500 unidades anuales en los últimos años (Bisang y Sztulwark,, 2006). En la Figura 35 se observa esta tendencia para la década del 90 y un fuerte crecimiento de la demanda a partir del año 2002, destacándose el año 2003 con una venta de 4845 unidades de las cuales el 99,7% provienen de la industria nacional.

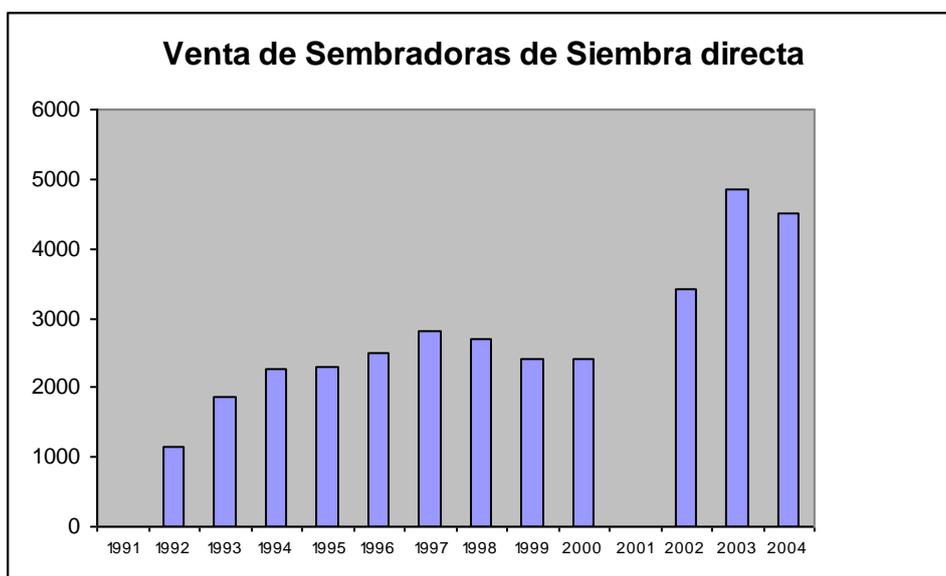


Figura 35: Venta de sembradoras de SD (1991-2004). Elaboración propia en base a datos del INDEC.

Durante los primeros años de los '80, la superficie total cultivada en SD no superaba las 2000 has y se concentraban en el cultivo de soja, que recién era utilizado en Argentina. En esa época y en el marco de una marcada recesión de la industria de máquinas agrícolas, algunas empresas comenzaban a remodelar sus sembradoras convencionales para transformarlas a SD. El despegue decisivo comienza a inicios de los noventa en el marco del nuevo modelo regulatorio mencionado anteriormente, creciendo rápidamente la oferta (local e importada) de sembradoras de SD.

Pero el salto definitivo en la tendencia, ocurre en los últimos años de la década del noventa, lapso en el cual tienden a consolidarse el paquete tecnológico de SD. Como resultado, casi el 50% de la superficie sembrada de Argentina en el año 2000 se realizaba utilizando esta técnica. Sin embargo, y a pesar del dinamismo de varios cultivos, la mayor penetración se verifica en el caso de la soja.

Las mejoras tecnológicas a nivel de las sembradoras de SD se centraron en el aumento del número de surcos (de 10 a 16), en el sistema hidráulico y en el ancho variable. También se ha progresado en el sistema de abresurcos utilizando el doble disco y, en la distancia de cuerpos convertibles de 22 a 52 cm. El otro gran avance ha sido la incorporación del sistema de fertilización y transporte en las sembradoras (Sonnet, 1999).

Las pulverizadoras también presentan un crecimiento notable en cuanto a la producción nacional, que se asocia también con la expansión del uso de agroquímicos y las técnicas de labranza reducida y cero. La producción anual pasa de mil unidades en 1990 a casi 2500 en 1997 y después de la crisis del 2001 se produce una rápida recuperación en el 2002 (SAGPyA, 2005). A nivel mejoras se comenzaron a utilizar implementos de mayor cobertura y con comandos computarizados (Sonnet, 1999).

Estos cambios apuntan a conformar un parque mínimo de herramientas compatibles con las transformaciones en el modelo productivo, donde se demanda el uso de tractores de mayor potencia, capaces de arrastrar equipos de siembra, y equipos de pulverización en el marco de la difusión masiva del paquete de la siembra directa.

En el caso de las cosechadoras se puede observar que durante la década del '90 se destacan los años 1996 y 1997 con un total de 1550 y 1511 unidades vendidas, mientras que el promedio en la misma fue de 898. Esto se produce por una fuerte retracción de la demanda en los dos últimos años de la década, repuntando en forma importante en el año 2003 y 2004 con 2345 y 3203 unidades vendidas, valores que superan a aquellos de los mejores años de la década anterior

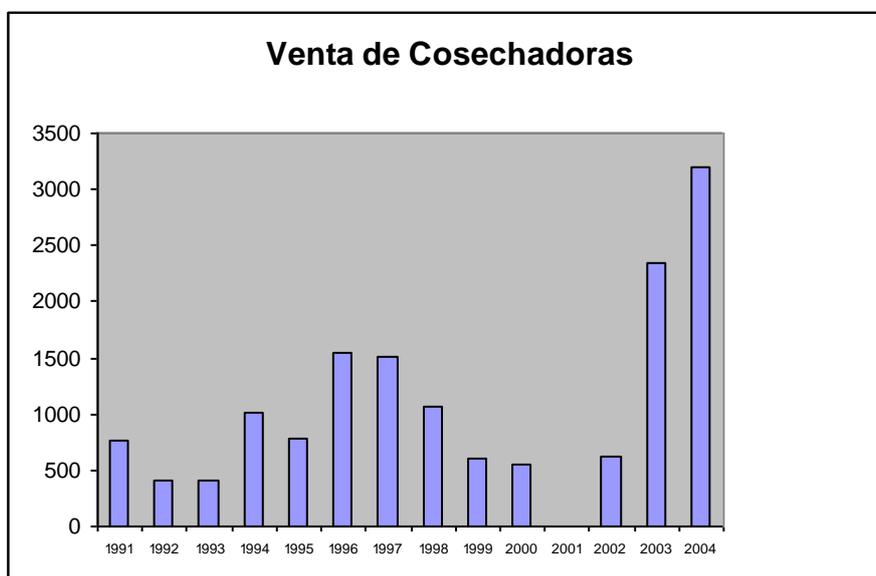


Figura 36: Venta de cosechadoras en Argentina (1991-2004).Elaboración propia en base a datos del INDEC

En el caso de las cosechadoras a diferencia de las sembradoras de SD la demanda se centra en unidades importadas siendo para el 2004 un 82% de las mismas.

Para la provincia de Córdoba, en el período intercensal (INDEC, 2002) se registró una disminución del número de cosechadoras (de 5149 a 4420) pero de estas últimas un 28% tienen una potencia mayor a 180 HP mientras que en el '88 sólo representaban el 0,7% (la mayoría tenía menos de 100 HP). En promedio la potencia aumentó un 45%. Según estimaciones de INTA-Manfredi en el 2003 existían en funcionamiento aproximadamente unas 18.000 cosechadoras de grano con un envejecimiento estimado promedio de 11 años, por lo que para mantener la capacidad de trabajo era necesario reponer como mínimo 1.500 cosechadoras/año teniendo en cuenta el aumento en la capacidad de trabajo de las cosechadoras de nueva generación (Bragachini et al.,2004) Las cosechadoras por lo tanto presentan equipos de mayor potencia y capacidad de trabajo; sensores para regular la recolección según el tipo de cultivo y comandos en la cabina para regular la trilla.

A mediados de los noventa, las expectativas de alta rentabilidad, las demandas contenidas en años anteriores para las compras de insumos, el dinamismo del mercado externo y la revalorización de los activos, indujo a un proceso abrupto de capitalización en base a crédito. En otros términos, la producción primaria (tanto productores como terceristas) ingresó en un proceso de re equipamiento en base a las nuevas tecnologías. El mayor dinamismo se verificó en sembradoras SD, tractores de alta potencia y equipos de pulverización. Un mayor capital de trabajo asociado con el incremento de la producción produjo que el sector en su conjunto presentara simultáneamente, modernización tecnológica, concentración productiva y creciente endeudamiento (Bisang y Sztulwark, 2006).

En la recuperación que exhibe el sector de producción de maquinarias agrícolas, juega un rol importante la opción de recurrir al “canje de equipos por granos” o los pagos de maquinaria con cereal a cosecha. Al analizar la evolución del mercado en valor dólar, el productor, por lo que acabamos de mencionar, puede comprar en el 2003 un 40 % más de maquinas en relación a la época de la convertibilidad (SAGyP, 2005).

3.4.3. Instalaciones

En los SP analizados, las inversiones en instalaciones se producen principalmente a partir del año 2002 y se destinan en mayor medida al aumento de la capacidad de almacenamiento de granos (galpones, celdas, silos). La utilización de silos bolsas es casi exclusiva de los sistemas agrícolas.

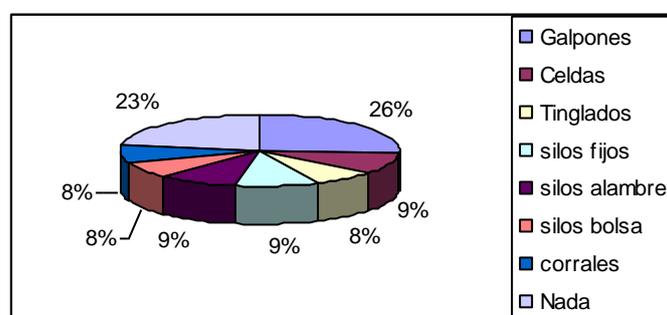


Figura 37: Distribución porcentual de productores según destino de sus inversiones en instalaciones

El aumento de la superficie agrícola impulsó la inversión en instalaciones de almacenamiento en los diferentes tipos de sistemas, principalmente en la construcción

de galpones y en menor medida celdas y silos fijos. Esta mayor capacidad de almacenamiento se produjo mayoritariamente después del año 2002 (Figura 37)

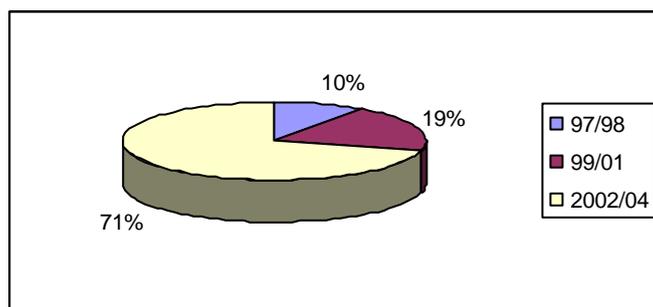


Figura 38: Distribución porcentual de la época donde se producen las inversiones en instalaciones.

De acuerdo a los datos censales en la provincia de Córdoba el aumento de la capacidad de almacenaje en el período intercensal va de 1.795.650 Tn a 4.833.611 Tn, más 1.454.462 Tn si se considera el almacenado en silo bolsa. (INDEC, 2002).

El número de inversiones en mejoras fue variable para los SP estudiados, aunque la mayoría de los productores realizó un solo tipo de mejora. Un porcentaje menor que corresponde a los SM realizó 3, donde incluyen el mejoramiento o instalación de corrales.

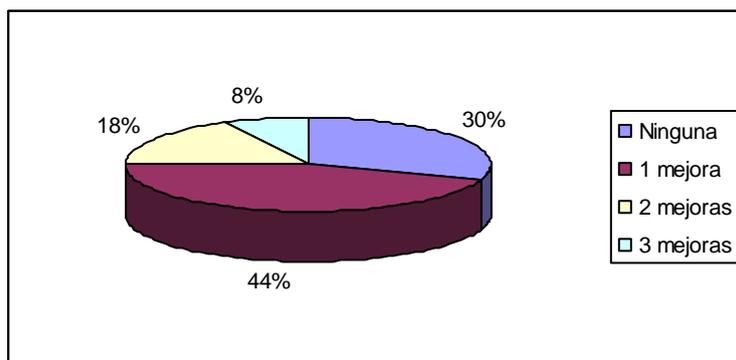


Figura 39: Distribución porcentual de productores que realizan diferente número de mejoras en sus SP entre 1998 y 2003

Al analizar el conjunto de datos observamos que el 7,5% no realizó ningún tipo de inversión, mientras que el 52% lo hizo tanto en maquinarias como en instalaciones, un 15% sólo en maquinarias y otro porcentaje igual invirtió en tierra, maquinaria e instalaciones.

3.4.4. Síntesis sobre el destino de las inversiones

Sólo un 20% pudo acceder en este período a la compra de tierra y por lo tanto al incremento de su patrimonio fundiario. En el caso de las maquinarias, la principal inversión fue destinada en un gran porcentaje de SP a la compra de la sembradora de SD, aunque todos ya se por vía de la compra o contratación acceden al uso de dicho implemento. El 30% que compraron sembradoras de SD brindan servicios en otros establecimientos. En la mayoría de los casos, las pulverizadoras de arrastre formaban

parte del parque de maquinarias previo al año 1998. En el caso de las cosechadoras, un alto porcentaje (53%) contrata su servicio y un 21% la compra durante el período de referencia. Las inversiones en instalaciones se dan principalmente para el aumento de la capacidad de almacenaje,

En función de los resultados obtenidos, los productores priorizaron las inversiones en maquinarias ya que estas se produjeron principalmente previo al año 2001, mientras que con condiciones más favorables de rentabilidad, invirtieron en mejoras para su SP y pudieron de esa forma utilizar otras estrategias en la comercialización de su producción.

Las inversiones en maquinarias se vieron favorecidas por la importación de las mismas sin arancel, lo que redujo sus precios relativos y de esa forma favoreció su incorporación. El parque de maquinarias de los SP quedó así conformado por pocos implementos y centrado en el uso de tractores de mayor potencia, predominando los de origen importado, sembradoras de SD y pulverizadoras, la mayoría de origen nacional y cosechadoras también de mayor potencia y capacidad de trabajo que al igual que los tractores son mayoritariamente de origen importado.

3.5. Análisis de Variables que Permiten Diferenciar a los Sistemas Productivos

3.5.1. Variables que permiten diferenciar SP en los dos momentos considerados

El análisis de componentes principales (ACP) permitió analizar la variabilidad entre sistemas productivos respecto a un conjunto de ocho variables de uso de la tierra y manejo e identificar las variables más correlacionadas con esa variabilidad. Los ACP se realizaron separadamente para cada momento.

Momento 1

Los pesos de las variables en la explicación de la variabilidad entre sistemas productivos sobre los ejes definidos por las CP1, CP2 y CP3 se presentan en Tabla 15. En la Figura 40 se presenta el Biplot (Gabriel, 1971) del análisis de componentes principales. En este tipo de gráficos se pueden visualizar tanto la posición relativa de los productores (puntos azules) sobre los principales ejes de variación (CP1 y CP2) como el peso relativo de cada variable (puntos amarillos) sobre las CP1 y CP2. La magnitud de los pesos se interpreta en forma relativa y sus signos indican la orientación del vector y la oposición del comportamiento de algunas variables, i.e. cuando unas están en valores relativamente altos, otras se presentan con valores relativamente bajos. Además el ángulo entre los vectores que representan las variables es proporcional a la correlación entre esas variables en la base de datos. Ángulos aproximadamente rectos sugieren no correlación entre variables, ángulos obtusos indican correlación negativa y ángulos agudos correlación positiva (Balzarini et al., 2005).

Variables	Autovector 1	Autovector 2	Autovector 3
Riqueza	0,44	-0,28	-0,07
Diversidad de Simpson	0,47	-0,25	-0,10
Diversidad temporal	0,32	-0,03	0,72
% de soja	-0,45	-0,13	-0,31

% de SD	-0,26	-0,56	0,08
Índice de toxicidad	-0,21	-0,43	0,18
UTA totales/ha	-0,13	0,57	0,20
Intensidad de uso	-0,38	-0,10	0,54

Tabla 15: Pesos de variables en la conformación de los ejes (componentes principales) de representación de los SP en el M1.

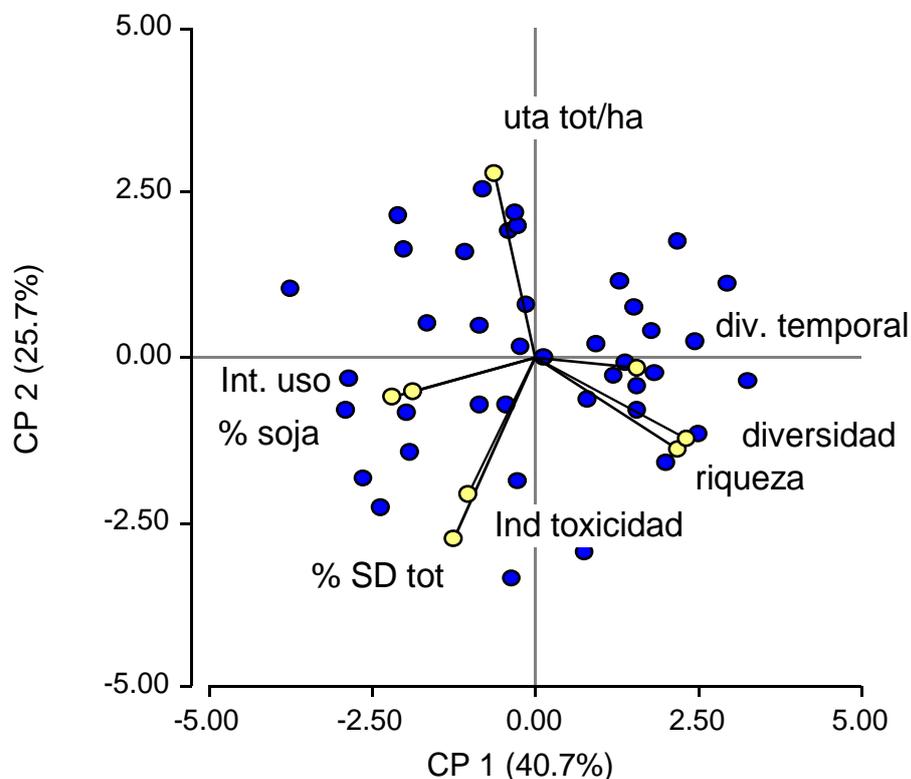


Figura 40: Biplot del ACP para los sistemas productivos en el M1

Para el M1 las dos componentes principales sobre las que se basó la representación gráfica explicaron el 66% de la variabilidad total de las observaciones. La primera componente (CP1) separó principalmente a dos grandes tipos de sistemas productivos, i.e. aquellos que presentan mayor diversidad espacial y temporal como así también mayor riqueza y, por otro lado, aquellos sistemas con mayor porcentaje de soja e intensidad de uso. La separación de mayor importancia en la explicación de la variabilidad total (aquella que se produce sobre la CP1) se corresponde principalmente con una diferenciación de sistemas de producción en función del uso de la tierra. Los ángulos entre los vectores de las variables muestran que la diversidad espacial, temporal y riqueza se encuentran asociadas, i.e. los SP que se encuentran en el cuadrante derecho son los que tienen mayor diversidad productiva. Aquellos productores que se ubican en el cuadrante izquierdo se correlacionan positivamente con un mayor porcentaje de soja e intensidad de uso. Estos productores presentaban SP con una alta especialización y presión de uso del suelo asociada a la utilización del doble cultivo trigo-soja. La CP2 por otro lado, diferencia aquellos sistemas que ya en el M1 habían adoptado el sistema de labranza cero o siembra directa de aquéllos que mantenían el sistema de labranza convencional con una importante utilización de labranzas para preparación de cama de siembra y control de malezas (mayor valor de UTAs totales). Luego, la CP2 se corresponde con una diferenciación de sistemas en función del manejo de suelo

principalmente a través del sistema de labranza utilizado. En el cuadrante superior por lo tanto se ubican los SP con predominio de labranza convencional mientras que en el inferior aquéllos con un porcentaje alto de superficie en SD. Por otro lado el porcentaje de SD se encuentra altamente correlacionado con el índice de toxicidad lo que manifiesta un uso casi exclusivo del control químico en el planteo de SD con un aumento del número de aplicaciones y dosis de los productos.

Momento 2

Los resultados se presentan en la Tabla 16 y en la Figura 41.

Variables	Autovector 1	Autovector 2	Autovector 3
Riqueza	-0,41	0,05	0,39
Diversidad de Simpson	-0,39	-0,17	0,16
Diversidad temporal	-0,36	0,15	0,25
% de soja	0,51	$1,8 \cdot 10^{-3}$	0,07
% de SD	0,19	0,64	0,05
Índice de toxicidad	0,06	0,58	0,46
UTA totales/ha	0,20	-0,36	0,63
Intensidad de uso	0,35	-0,27	0,38

Tabla 16: Pesos de variables en la conformación de los ejes (componentes principales) de representación de los SP en el M 2.

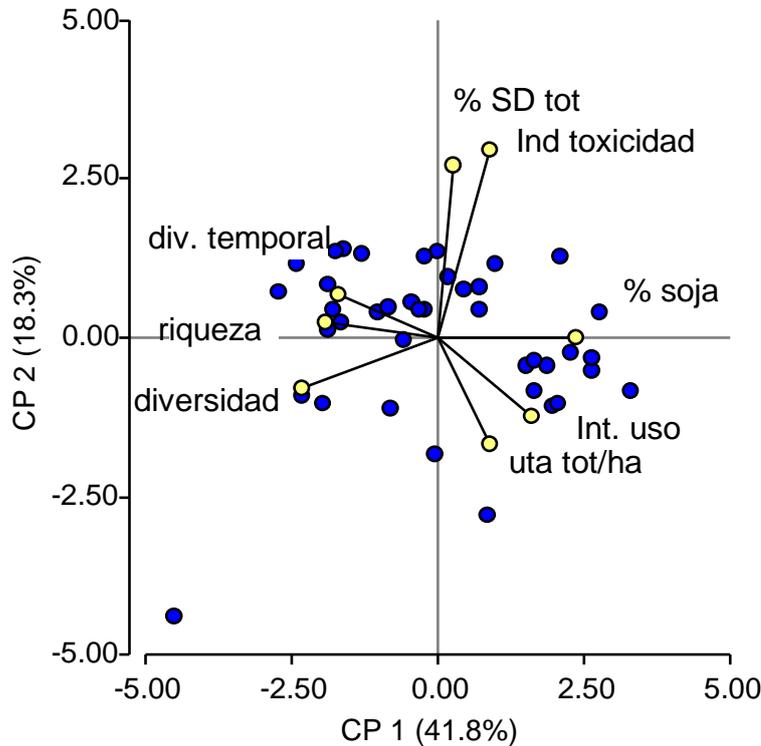


Figura 41: Biplot de ACP para los sistemas productivos en el M2

Para el M2 se utilizaron las mismas variables, presentando un comportamiento similar al M1 pero los dos ejes principales (CP1 y CP2) explican un menor porcentaje de variabilidad total entre los productores (60%). Los puntos que representan a los

productores muestran menos variabilidad (se encuentran más concentrados) en M2 que en M1. Este hallazgo sugiere una mayor homogeneización en el uso de la tierra y en el manejo tecnológico adoptado en el M2 en relación al M1. Los datos en los cuadrantes superiores demuestran que la adopción de la SD y el control químico de FBA es una característica distintiva en el M2. Se observa que la estructura de correlación entre variables es muy similar a la del M1, aunque habría una mayor asociación entre UTAs totales/ha e intensidad de uso. Esto puede ser atribuible a que la mayor adopción de la SD hace que los UTAS totales más que reflejar diferencias en planteos de SD y labranza convencional, indicarían una mayor presión de uso del suelo asociada al doble cultivo anual.

Seguido al análisis exploratorio basado en ACP para ambos momentos, se realizó un análisis discriminante lineal de Fisher (InfoStat, 2008) para identificar las variables que más adecuadamente diferenciaron los grupos definidos a priori (M1 y M2). En la Tabla 17 se presentan los pesos de las variables sobre el eje canónico o función discriminante 1. En la Tabla 18 se presenta una tabla de contingencia o clasificación cruzada donde cada uno de los registros de sistemas de procedencia M1 o M2, es re-clasificado en M1 o M2 según la nueva función discriminante.

Variables	Peso EC1
Diversidad de Simpson	-0,32
% soja	-0,51
% SD	$-2,5 \cdot 10^{-3}$
Riqueza	-0,19
Índice de toxicidad	0,61
Diversidad Temporal	-0,22
UTA mecánica/ha	6,33
UTA química/ha	3,50
UTA totales/ha	-7,39
Intensidad de uso	0,26

Tabla 17: Funciones discriminantes para momentos. Pesos estandarizados

Grupo	M 1	M 2	Total	% Error
M 1	37	3	40	7,50
M 2	1	39	40	2,50
Total	38	42	80	5,00

Tabla 18: Tabla de clasificación cruzada para la evaluación de la función discriminante encontrada para M1 y M2. Tasa de error en la clasificación (total 5%).

La tasa de error de clasificación es decir de reconocimiento del momento de procedencia de los sistemas que se analizaron fue de un 5%, sugiriendo la posibilidad de diferenciarlas como proveniente de uno u otro momento de la historia agrícola de estos productores. Los tres SP del M1 que no fueron correctamente clasificados fueron de un sistema que en el M1 era SA y se clasificó como SAC, otro SAC que se clasificó como SA y un tercero que entra como SAC y era SM. En el primer caso puede deberse a que si bien era agrícola mantenía una buena riqueza, diversidad espacial y temporal. En el segundo caso, la superficie ganadera estaba ocupada por monte y el resto de la superficie agrícola sólo por soja, por lo tanto tenía baja riqueza y diversidad productiva. En el tercer caso se lo calificó como SAC por el importante porcentaje de SD

implementado en ese momento. Para el M2 el SP que no fue correctamente clasificado fue un SP que mantuvo un sistema de labranza predominantemente convencional y mantuvo una alta diversidad productiva.

Las variables que más potencia diferenciadora tienen son aquellas relacionadas a los UTA tanto totales como mecánicos y químicos. Para observar la variabilidad de estas variables se presentan a continuación los gráficos de distribución de frecuencias para cada momento.

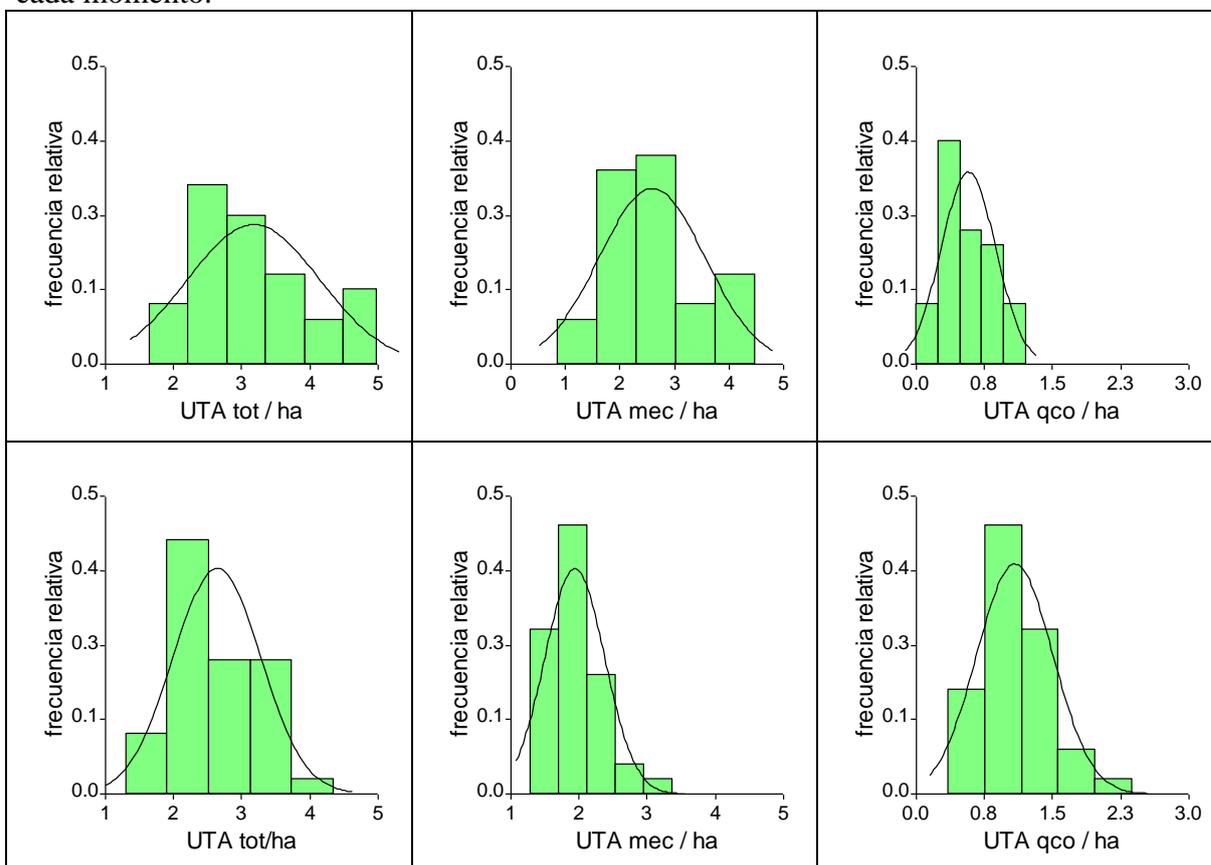


Figura 42: Histogramas de frecuencia para los SP, según los valores de UTAs totales/ha, UTAs mecánicas/ha y UTAs químicos/ha para el M1 (fila superior) y para el M2 (fila inferior).

Para el caso de los UTA totales se observa que en el M2 las mayores frecuencias están más concentradas en valores menores a 2,5, esto se hace más evidente para los UTA mecánicos donde los valores no exceden los 3 UTAs/ha y los datos presentan una menor variabilidad y valor promedio. Los UTAs químicos/ha presentan en el M2 un comportamiento inverso a los anteriores, con una mayor variabilidad y valor promedio. Esta situación es atribuible a la adopción generalizada de la SD que utiliza un mínimo de labores para la implantación del cultivo, por lo tanto los UTAs mecánicos asumen menores valores que en el M1 y la diferencia entre sistemas estaría dada por el número de especies implantadas por año. Los UTAs químicos en el momento 2 reflejan una aplicación más intensiva de agroquímicos en los ciclos de los cultivos debido principalmente al reemplazo del control mecánico de malezas y a un mayor número de

aplicaciones de insecticidas. Los UTAs totales son menores en el M2 y en ellos, los UTAs químicos aportan un peso proporcionalmente mayor en relación al M1.

3.5.2. Variables que permiten diferenciar tipos de SP en cada momento

Se realizó un análisis discriminante en cada uno de los momentos, considerando los grupos de sistemas productivos definidos a priori como tipos de sistemas: (SA, SAC y SM.). En las Tablas 19 y 21 se presentan los pesos de las variables sobre el eje canónico o función discriminante 1. En las Tablas 20 y 22 se presentan las tabla de contingencia o clasificación cruzada donde cada uno de los registros de sistemas de procedencia SA, SAC y SM es re-clasificado en SA, SAC o SM según la nueva función discriminante y en las Figuras 43 y 44, los biplot del análisis discriminante donde se representan los diferentes SP según su clasificación.

Momento 1

Variable	Peso EC1	Peso EC2
% Agricultura	0,90	0,49
% de soja	-0,26	0,25
% SD	$-2,9 \cdot 10^{-3}$	-0,24
UTA mecánico/ha	-2,68	6,25
UTA químico/ha	-0,63	1,78
Riqueza	-0,27	1,04
Diversidad de Simpson	0,05	0,08
Diversidad temporal	-0,13	0,28
Índice de toxicidad	0,16	0,06
Intensidad de uso	-0,14	0,11
% perennes	-0,11	$1,9 \cdot 10^{-3}$
UTA totales/ha	2,84	-5,64
% superficie propia/tot	-4,63	11,41
% superficie arrendad/tot	-4,56	11,34

Tabla 19: Funciones discriminantes para tipos de sistemas en el M1. Pesos estandarizados

Grupo	SA	SAC	SM	Total	% Error
SA	12	1	0	13	7,69
SAC	1	12	0	13	7,69
SM	0	1	13	14	7,14
Total	13	14	13	40	7,50

Tabla 20: Tabla de clasificación cruzada para la evaluación de la función discriminante encontrada para tipos de sistemas en el M1. Tasa de error en la clasificación (total 7,5 %).

La tasa de error de clasificación es decir de reconocimiento del tipo de sistema de los SP que se analizaron fue de un 7,5%, que fue la menor hallada del conjunto de variables probadas. Se observa que las variables que tienen mayor peso en la diferenciación son las asociadas a la superficie y los UTAS totales. Tal como se planteara anteriormente los UTAs totales en el M1 permitían claramente diferenciar sistemas con un número importante de labranzas para roturación y acondicionamiento del suelo de aquellos sistemas que habían adoptado parcial o totalmente el sistema sin roturación. Los

sistemas agrícolas se caracterizaron en el M1 por presentar un alto porcentaje de SD en relación a los sistemas que mantenían cierta proporción de superficie ganadera, como así también mayor porcentaje de superficie arrendada. En el M1 el comportamiento de las distintas variables presenta mayor variabilidad lo que se corresponde con diseños productivos y manejos tecnológicos más heterogéneos, aún dentro de un mismo tipo de sistema productivo.

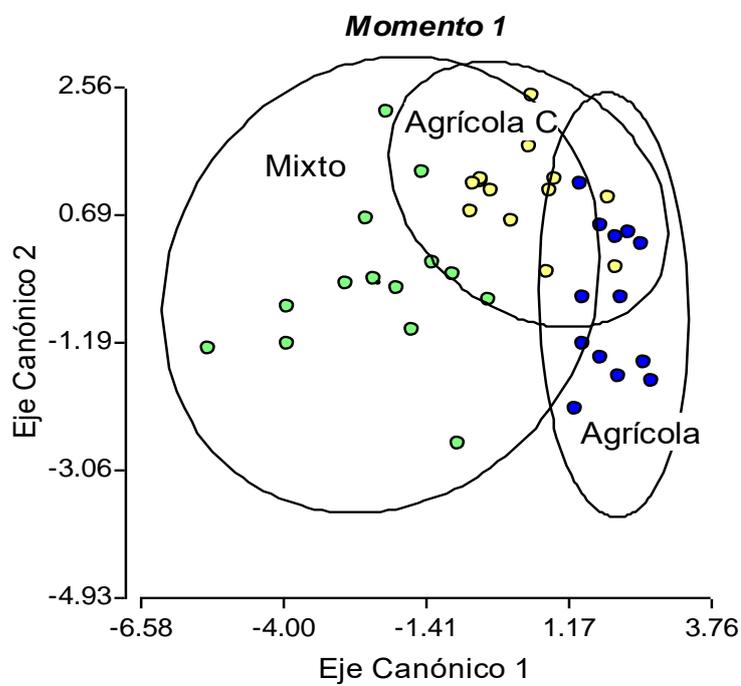


Figura 43: Representación de observaciones multivariadas en tres grupos SA (Agrícola), SAC (Agrícola C) y SM (Mixto) en el M1. Contornos corresponden a elipse de predicción
Momento 2

En el M2 al usar las mismas variables que para el M1 la tasa de error es del 0% sin embargo probando con un menor número de variables se mantiene esa misma tasa de error.

Variable	Peso EC1	Peso EC2
% Agricultura	-1,47	-0,28
% de soja	1,36	1,19
% SD	-0,73	0,44
UTA mecánico/ha	-0,68	0,17
UTA químico/ha	0,13	0,13
Riqueza	-0,48	-2,08
Diversidad de Simpson	1,34	2,50
Diversidad temporal	0,48	-0,45
Indice de toxicidad	0,61	0,87
Intensidad de uso	0,65	-0,83

Tabla 21: Funciones discriminantes para tipo de sistemas en M2. Pesos estandarizados

Grupo	SA	SAC	SM	Total	% Error
SA	19	0	0	19	0,00
SAC	0	16	0	16	0,00
SM	0	0	5	5	0,00
Total	19	16	5	40	0,00

Tabla 22: Tabla de clasificación cruzada para la evaluación de la función discriminante encontrada para tipo de sistemas en M2. Tasa de error en la clasificación (total 0 %).

Las principales variables que permiten diferenciar los diferentes tipos de sistemas en el M2 son el porcentaje de agricultura y la diversidad de especies. En este momento los UTAs no tienen el peso que manifestaron en el M1. Esto posiblemente se debe a la mayor homogeneización observada en el análisis de componentes principales a nivel de las estrategias utilizadas en el manejo tecnológico (sistemas de labranzas y control de FBA). El porcentaje de agricultura es una variable que se utilizó como base para la clasificación de los diferentes tipos de sistemas productivos por lo que resulta pertinente como variable discriminante. En el caso de la diversidad productiva se asocia a diferenciar sistemas más simplificados con una alta tendencia hacia la especialización productiva agrícola, de aquellos que mantienen un cierto nivel de riqueza y diversidad aportada principalmente por el mantenimiento de una base forrajera.

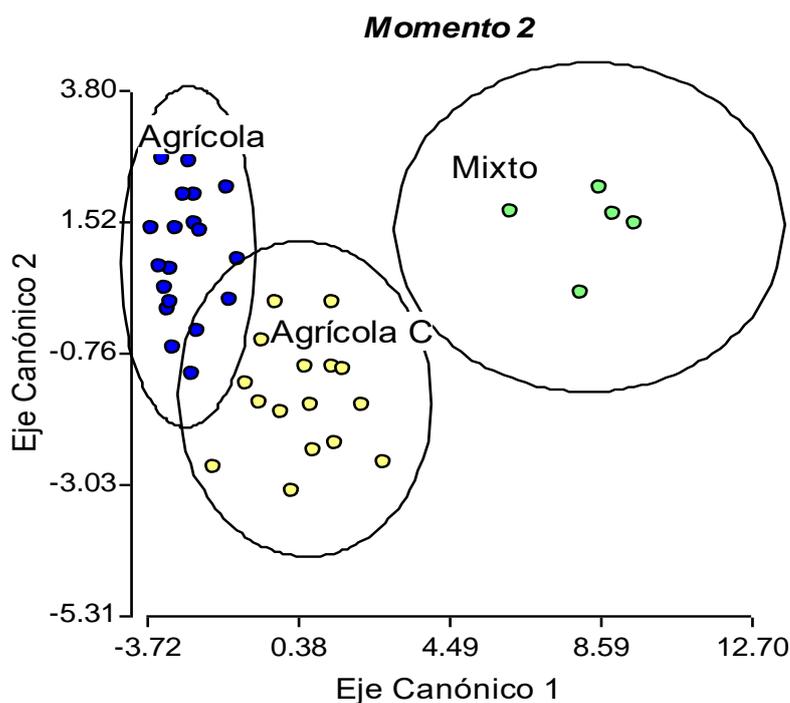


Figura 44: Representación de observaciones multivariadas en tres grupos SA (Agrícola), SAC (Agrícola C) y SM (Mixto) en el M2. Contornos corresponden a elipse de predicción

3.5.3. Variables que permiten diferenciar cada tipo de sistema entre momentos

Se realizó un análisis discriminante para identificar las variables que más adecuadamente diferenciaron los grupos definidos a priori (M1 y M2) en cada tipo de sistema en forma separada (SA, SAC y SM).

Si bien se logró una tasa de error de clasificación del 0% en todos los casos, los SA necesitaron mayor número de variables para lograrla. Lo que podría estar planteando que los SA mantuvieron los valores de ciertas variables sin demasiados cambios en los dos momentos, especialmente aquellas relacionadas al uso de la tierra. Sí en cambio se observan variaciones en el manejo de suelo (especialmente en el tipo de labranza) y en el control de factores bióticos adversos. Para los SAC las variables con mayor potencia diferenciadora fueron la diversidad productiva, porcentaje de SD y porcentaje de doble cultivo. En el caso de los mixtos la mayor diferenciación se observa en porcentaje de SD, porcentaje de soja y de barbecho invernal.

A continuación, se presentan los diagramas de frecuencias de las variables con mayor peso en la diferenciación, para cada tipo de sistemas en los dos momentos

Sistemas agrícolas

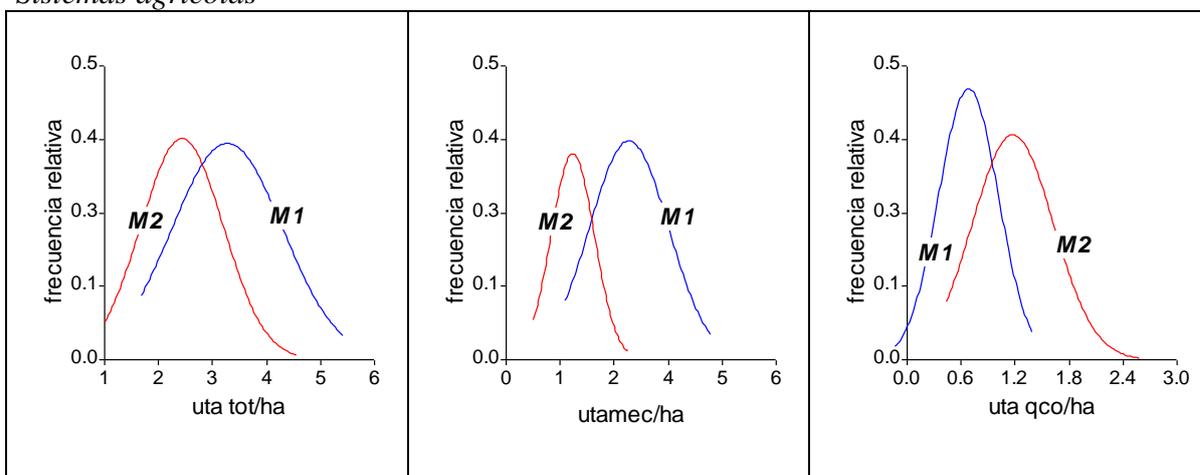


Figura 45: Distribución de SA según los valores de UTAs totales/ha, UTAs mecánicas/ha y UTAs químicas/ha para el M1 y para el M2.

Las variables relacionadas al sistema de labranza fueron para el caso de los SA las que presentaron mayor variabilidad entre los dos momentos. En el caso de los UTA totales el valor promedio en el M1 es superior al M2 y se observa un comportamiento similar en los UTA mecánicos asociados también a una mayor variabilidad. Por el contrario los UTA químicos tienen valores superiores en el M2 y muestran una mayor variabilidad. Esto representa un comportamiento diferencial entre los dos momentos en relación a la adopción de un sistema de labranza sin remoción de suelo, y con una alta utilización de insumos para el control de malezas e insectos y para la incorporación de nutrientes al suelo (fertilización).

Sistemas agrícolas-complementados

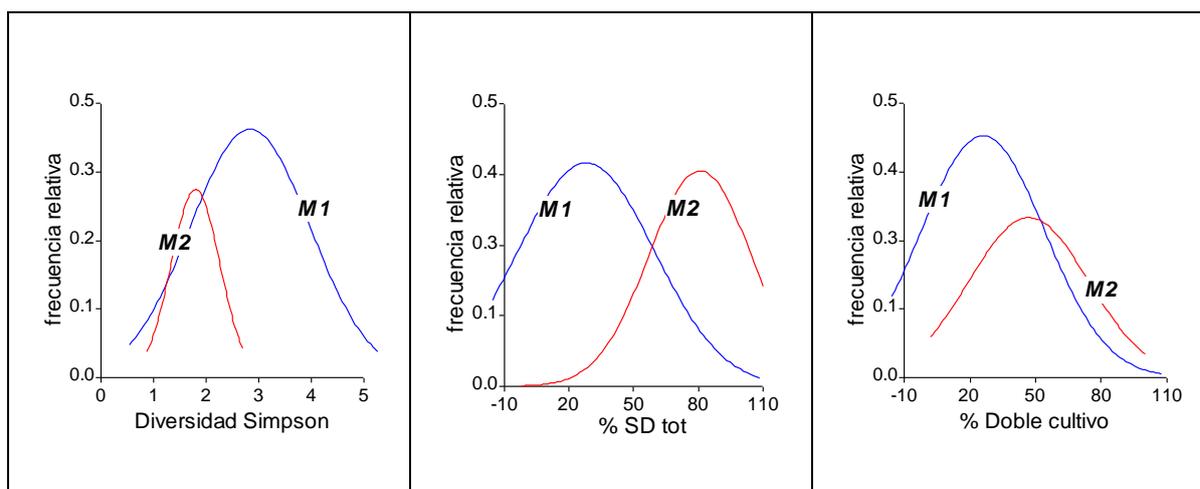


Figura 46: Distribución de SAC según los valores de Diversidad de Simpson, % de SD total y % de doble cultivo para el M1 y para el M2.

En el caso de los SAC se observa al igual que los otros tipos de SP una fuerte adopción del sistema de labranza cero y particularmente un cambio en las estrategias en relación al uso de la tierra a través la disminución de la diversidad productiva y un aumento de la superficie asignada al doble cultivo. En el M2 se observa un comportamiento más homogéneo de la diversidad productiva ya que su variabilidad es mucho menor. Este tipo de sistemas si bien mantienen cierta superficie destinada a la ganadería, aumenta la intensidad de uso de la superficie agrícola a través del doble cultivo anual, repercutiendo de esta forma en la menor diversidad espacial.

Sistemas mixtos

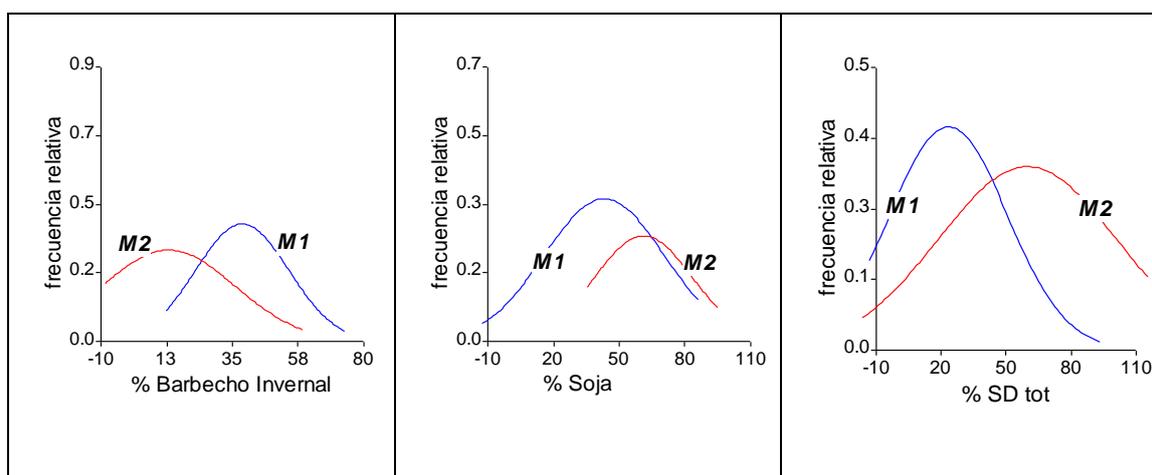


Figura 47: Distribución de SM según los valores de porcentaje de barbecho invernal, porcentaje de soja y porcentaje de SD, para el M1 y para el M2.

Los SM presentan un aumento de la superficie destinada al cultivo de soja, acompañada de una mayor adopción de la SD y de una disminución de la superficie con descanso anual. Estos sistemas fueron los que más tardíamente adoptaron el paquete tecnológico de la siembra directa por lo que esta variable tiene un peso diferenciador importante entre los dos momentos. La soja en el M1 ocupaba relativamente poca superficie predial

y su incremento fue notorio La disminución del porcentaje de barbecho invernal es producto de la una mayor utilización del doble cultivo trigo- soja. Cabe destacar que en el M2 sólo permanecen como SM 5 casos.

4. Conclusiones

En base a la elaboración, análisis y discusión de la información recabada y de los resultados obtenidos, es posible aceptar la hipótesis formulada en el capítulo introductorio. El cumplimiento de los objetivos planteados permite arribar a las siguientes conclusiones.

4.1. Los Procesos Globales

Las políticas neoliberales profundizadas durante la década del '90 produjeron importantes cambios en el sector agropecuario argentino. La región en estudio en esta investigación no estuvo al margen de esta transformación.

La comparación de los mismos sistemas productivos en dos momentos distintos (M1: campaña 1997-1998 y M2: 2003-2004), permite identificar similitudes y diferencias. Si bien, en ambos momentos estuvieron disponibles más o menos las mismas tecnologías y manejos productivos (i.e., siembra directa, semillas transgénicas, y uso de agroquímicos), las condiciones macroeconómicas contextuales generaron situaciones particulares que se tradujeron en manejos productivos sustancialmente diferentes. Estos cambios afectaron de una manera significativa la estructura y el diseño productivo de las explotaciones agropecuarias.

La simplificación de los sistemas productivos (i.e., disminución de los rubros productivos), la intensificación productiva (i.e., aumento en el uso de subsidios de energía), y la extensificación (i.e., aumento de la escala productiva), constituyen los principales cambios observados entre los dos momentos estudiados. La fuerte tendencia a la agriculturización (en particular la expansión de la soja) constituye la principal diferencia identificada en el diseño productivo de las explotaciones agropecuarias analizadas.

Sin embargo, no todos los sistemas productivos estudiados respondieron de igual modo a las transformaciones descriptas. Los sistemas identificados como “agrícolas” en el M1 incorporaron (o profundizaron) con mayor rapidez el paquete tecnológico dominante (en especial la siembra y la soja transgénica). Los sistemas “agrícolas complementados” y los sistemas “mixtos” aumentan de un modo significativo su superficie agrícola (principalmente la de soja), y adoptaron también el mismo paquete tecnológico. Estos cambios en el diseño productivo, hizo que muchos de los sistemas categorizados como agrícola complementados o mixtos cambiaran de categoría en el momento dos transformándose en agrícolas o agrícolas complementados. En especial los sistemas mixtos son los que presentaron la mayor movilidad. Existe por lo tanto un predominio de sistemas con superficie destinada a cultivos de cosecha.

4.2. Los Cambios en el Diseño Productivo

La agriculturización se manifiesta a través del diseño de sistemas productivos estructuralmente más simplificados. Los cambios en las variables e índices utilizados para caracterizar el uso de la tierra reflejan esta situación. Los sistemas productivos analizados presentan un menor número de especies cultivadas, una menor diversidad productiva tanto espacial como temporal y una mayor intensidad de uso del suelo. Este patrón de uso de la tierra manifiesta una marcada predominancia de cultivos anuales (principalmente la soja) y del doble cultivo (trigo-soja). Esta tendencia es producto de una situación contextual que favoreció la producción de la soja en detrimento de otros cultivos anuales y de otras actividades como la ganadería. En este aspecto, la dinámica de los mercados y los precios de los productos exportables fueron factores que influyeron decididamente en las decisiones de los productores en relación al diseño productivo de sus sistemas (i.e., actividades productivas, selección de cultivos y proporción de cada uno de los rubros). Como producto de esta influencia se profundiza en el período analizado un proceso de sojización que no sólo es característico de los sistemas agrícolas. Los sistemas que en el M1 desarrollaban actividades ganaderas (SAC y SM), fueron los que se vieron mayormente afectados por el proceso de sojización.

El aumento en la intensidad de uso de la tierra es un indicador del grado de presión de uso del suelo que se vincula con la búsqueda de una mayor productividad anual. Este incremento se relaciona con un importante reemplazo de pasturas permanentes por cultivos anuales y por la fuerte adopción del doble cultivo trigo-soja. A diferencia de los ecosistemas naturales que reciclan una alta proporción de su productividad, para regular su estructura física y biológica, la intensificación del uso del suelo es altamente dependiente del uso de insumos externos para mantener la fertilidad química del suelo.

4.3. Cambios en el Manejo Tecnológico

La agriculturización está asociada a la adopción de un paquete tecnológico caracterizado por una elevada utilización de insumos industriales que favoreció la intensificación productiva. Esto se refleja en una mayor utilización de tecnologías de insumos que se vieron favorecidas en el M1 por la apertura económica enmarcada dentro del plan de convertibilidad, que permitió que ingresaran al país maquinarias e insumos que fueron adquiridas a través de líneas crediticias. A fines de la década del '90 el escenario de crisis por el que atravesó el país hizo que muchos productores disminuyeran considerablemente el consumo de estos insumos, como una forma de disminuir costos frente a la caída de los precios internacionales de los granos exportables. En el M2 se produce un cambio favorable en las condiciones contextuales internacionales con un aumento de la demanda y precios de los rubros destinados a la exportación, principalmente la soja. La mayor rentabilidad de este cultivo afectó en forma decisiva la especialización productiva y se incrementó el nivel de utilización de insumos. La transformación tecnológica de los sistemas productivos estudiados, se refleja en la adopción casi generalizada del paquete tecnológico de la siembra directa, asociada a la utilización de la soja transgénica, un mayor consumo de agroquímicos para el control de FBA y un incremento del uso de fertilizantes.

La adopción de la siembra directa fue uno de los rasgos distintivos entre los dos momentos en todos los tipos de sistemas. Todos los productores accedieron a esta tecnología principalmente a través de la compra de la sembradora y en menor proporción por contratación del servicio. Los sistemas mixtos fueron aquellos que la incorporaron más tardíamente en sus planteos tecnológicos.

La difusión generalizada de la siembra directa estuvo asociada a la introducción de la soja transgénica y al aumento de la utilización de agroquímicos específicos. Si bien el glifosato ya se utilizaba, en el M2 se observa un significativo incremento en el número de aplicaciones y dosis utilizadas. Desde un punto de vista comparativo, este cultivo fue el que presentó el índice de toxicidad más alto.

El incremento en la utilización de agroquímicos se evidencia principalmente a través del aumento del valor promedio de los UTAs químicos que representa las labores destinadas al control de malezas, insectos plagas y enfermedades. Esto responde a un aumento del número de aplicaciones debido al uso continuo de un tipo de agroquímico que genera el desarrollo de resistencia tanto de plagas vegetales como animales.

La incorporación creciente de insumos se vincula con la difusión que realizan las empresas proveedoras de insumos, quienes generan la necesidad de una permanente actualización de los productores. Esta estrategia comercial impone una constante incorporación de innovaciones tecnológicas relacionadas con variedades de cultivos, herbicidas e insecticidas de última generación y fertilizantes para aumentar la productividad del suelo. En este contexto, el asesoramiento técnico se vuelve imprescindible, produciendo una profesionalización de la agricultura, y perdiendo importancia los saberes acumulados de las generaciones pasadas.

La implementación de este paquete tecnológico se vincula con una mayor homogeneización en el manejo tecnológico de sus sistemas productivos. La mayor dependencia de insumos, bienes y tecnologías implica mayores requerimientos de capital. Sin embargo en el caso de los sistemas productivos analizados, la incorporación de este tipo de tecnología se realizó casi en forma generalizada independientemente del nivel de capitalización. Esto fue posible debido a que los productores priorizaron la incorporación de los insumos promovidos desde el sistema tecnológico dominante. Si bien muchos adquirieron bienes de capital, algunos optaron por la contratación de servicios de siembra, pulverización y/o cosecha. Esto se debió a la imposibilidad de acceder a la compra de ese tipo de maquinaria, o porque la superficie trabajada no justificaba este tipo de inversión. Por otra parte un porcentaje importante de productores que invirtieron en maquinarias, prestan servicios a terceros como una estrategia tendiente a generar ingresos extraprediales y/o para saldar la deuda contraída.

Durante el período analizado primó la lógica de permanecer en la actividad productiva por encima de la del crecimiento. En primer lugar destinaron su capital a la provisión de insumos para garantizar la continuidad de su producción y, en forma secundaria y en función del capital disponible, o del acceso al crédito, realizaron la compra de maquinarias. En este aspecto se distingue la compra de sembradoras de siembra directa y en segundo lugar las cosechadoras. Una vez asegurada la puesta en marcha del paquete tecnológico recién invirtieron en mejoras destinadas principalmente al aumento de la capacidad de almacenamiento, mejorando sus estrategias de comercialización.

La agriculturización se vincula con un proceso de extensificación, el cual se expresa a través de un incremento de la escala productiva. En este proceso confluyen varios factores que impulsan un aumento de la superficie trabajada por parte de los productores analizados. En primer lugar, la necesidad de aumentar la producción y la productividad para mantener o aumentar su ingreso real/ha, frente a situaciones de cambio relativo de precios. Esto fue posible sólo en el caso de productores que tuvieron capacidad de gestión y en muchos casos acceso al crédito. En segundo lugar la adopción de la soja transgénica permitió la organización de un paquete tecnológico simplificador del manejo técnico y menos demandante de mano de obra que les permitió manejar mayores extensiones de tierra con una incorporación continua de subsidios para aumentar la eficiencia y reducir los costos operativos.

El aumento de escala productiva de estos productores se realizó principalmente a través del arrendamiento y en menor proporción por compra de tierras. La figura más importante ha sido la del propietario-arrendatario y, en general, trabajando una mayor superficie arrendada que propia. Se produce así una configuración diferente en la estructura agraria de estos sistemas, predominando los predios con una superficie entre 200 a 500 has, con una disminución de los menores a 200 has y un aumento de aquellos mayores a 800 has.

4.4. Efectos Ambientales de las Transformaciones

Los cambios tecnológicos implementados han tenido impactos diferenciales sobre la estabilidad ambiental de los sistemas productivos. La adopción generalizada de la siembra directa puede valorarse como la incorporación de una práctica conservacionista que permite mejorar las condiciones estructurales del suelo, disminuir los problemas erosivos, y mejorar el balance hídrico. Sin embargo, muchos de los efectos previstos sólo se logran en forma parcial. La especialización productiva en el cultivo de soja y la baja diversidad temporal que refleja una escasa rotación de cultivos, influye en estos resultados. Este arreglo espacial y temporal no permite garantizar una buena cobertura de rastrojos del suelo, ni generar una mejora de las condiciones físicas, químicas ni biológicas del mismo.

Para asegurar una alta productividad de los cultivos se está incrementando el uso de fertilizantes en trigo y maíz y se observa una tendencia creciente a fertilizar el cultivo de soja. Sin embargo esto sólo garantiza una provisión de nutrientes que en muchos casos no logra revertir el balance negativo entre extracción y reposición. La escasa inclusión de gramíneas en las secuencias de cultivos y la disminución de la superficie de pasturas implantadas son evidencias de un manejo del suelo que no considera convenientemente la dinámica de la materia orgánica, ni de los nutrientes, transformando al suelo en un mero soporte físico. Las prácticas dominantes se enmarcan dentro de una lógica puramente extractiva y no consideran el mantenimiento o mejora de las condiciones biofísicas. Por lo tanto, los suelos presentan una disminución importante de la materia orgánica, baja capacidad de acumulación de agua y problemas de compactación.

La alta incorporación del paquete tecnológico de la soja transgénica en esta zona ha incrementado la dependencia de algunos insumos que promueven la pérdida de mecanismos de regulación interna en el control de plagas, aparición de resistencias en

malezas e insectos y problemas de contaminación en el agua y perfil del suelo. El aumento en el índice de toxicidad de los sistemas productivos derivado del mayor uso de agroquímicos, está produciendo un impacto ambiental negativo. El principal responsable es el cultivo de soja, en particular el uso del glifosato. Se produce así una homogeneización a nivel productivo y también a nivel de estrategias de control, centrada esta última en la utilización de una sola herramienta.

Finalmente, los sistemas han sufrido importantes transformaciones en sus diseños productivos y en sus manejos tecnológicos en función de una lógica netamente lucrativa y de mercado en una situación contextual que las potenció. Esto reafirma que los sistemas productivos están fuertemente influenciados por las fuerzas sociales que predominan en una sociedad en cada momento histórico. Es importante destacar así mismo, que la estrategia centrada en la especialización productiva produce una mayor vulnerabilidad ambiental y económica, lo que amenaza la estabilidad y sustentabilidad de estos sistemas productivos.

A modo de cierre, cabe destacar que los principales resultados y conclusiones que emergen de esta tesis pueden contribuir a la generación de estrategias que permitan mejorar el manejo de los sistemas productivos y/o a la gestión de los recursos naturales en la zona semiárida central de la Provincia de Córdoba.

5. BIBLIOGRAFIA

- Abril, A. Salas, P., Lovera, E., Kopp, S. y N. Casado-Murillo. 2005. Efecto acumulativo de la siembra directa sobre algunas características del suelo en la región semiárida central de la Argentina. *Ciencia del Suelo* 23 (2), 179-188.
- Alessandria, E., H. Leguía, M. Arborno, S. Luque, L. Pietrarelli, D. Rubin, J. Sánchez y J. Zamar. 2000. Efectos de la diversidad de los agroecosistemas sobre la tecnología para el control de factores bióticos adversos en la región central de la provincia de Córdoba. Informe elevado a SECyT de la UNC (Inédito).
- Alessandria, E., H. Leguía, L. Pietrarelli, J. Sánchez, S. Luque, M. Arborno y J. Zamar. 2001. "La agrobiodiversidad en sistemas extensivos: el caso de Córdoba". *LEISA. Revista de Agroecología* 16, 10-11.
- Alessandria, E., H. Leguía, L. Pietrarelli, J. Sánchez, M. Arborno y J. Zamar. 2005. Efectos de la agrobiodiversidad y el manejo tecnológico en las condiciones biofísicas de los agroecosistemas de la región central de Córdoba: Introducción de cultivos de coberturas. Informe SECyT. UNC (Inédito).
- Altieri, M. 1987. The significance of diversity in the maintenance of sustainability of traditional agroecosystems. *ILEIA* 3 (2), 3-7.
- Altieri, M. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. *Agroecología y Desarrollo* 4, 2-11
- Altieri, M. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica de Chile* 54 (4), 371-386.
- Altieri M. A. 1995. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*, 2nd Ed. Westview Press, Boulder, CO.
- Altieri, M. 2001. Biotecnología Agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas. En: *Ecología Política* 21:15-42. España
- Andriani, J.M., Bacigaluppi, S. y Malaspina, A. 2002. Dinámica del agua en sistemas agrícolas. En: Panigatti, J.L., Buschiazzo, D y H. Marelli (ed) *Siembra Directa II*. Ed. INTA, 3, 239-253.
- Andriulo A. y Cordone G. 1998. Impacto de labranzas y rotaciones sobre la materia orgánica de suelos de la Región Pampeana Húmeda 1998. En: Panigatti J. L., Marelli H., Buschiazzo D y R. Gil (ed). *Siembra Directa*. INTA .Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina, 5, 65 – 96.
- Andriulo, A, Sasal, C. y S.Portela. 2004. Impacto Ambiental de la Agricultura Pampeana. *IDIA XXI*, 4(6), 80-84.
- Aoki, A. M. y R. Sereno. 2006. Evaluación de la infiltración como indicador de calidad de suelo mediante un microsimulador de lluvias. *Agriscientia*, XXIII (1), 23-31
- Apezteguía, H. y R. Sereno. 2002. Influencia de los sistemas de labranza sobre la cantidad y calidad del carbono orgánico del suelo. *Agricultura Técnica* 62(3), 418-426.
- Astier, M y O. Massera. 1996. Metodología para evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (Mesmis). Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada. Documento de trabajo 17, 1-30.

- Azcuy Ameghino, Eduardo. 2002. De la Convertibilidad a la Devaluación: del agro pampeano y el modelo neoliberal, 1991-2001. XIII Economic History Congreso. Buenos Aires. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.eh.net/XIIICongress/cd/papers/52AzcuyAmeghino>.
- Bachmeier, O y A. Rollán. 2005. Degradación Física del suelo: Efectos sobre los cultivos. Centro Soja 2005: Hacia la sustentabilidad del negocio argentino, en la región. Publicado en Internet, disponible en : <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php>
- Balzarini M, Bruno C y Arroyo A. 2005. *Análisis de Ensayos Agrícolas Multiambientales. Ejemplos en Info-Gen*. Ed. Brújlas ISBN 987-05-0349-7. Córdoba, Argentina.
- Basack S., Pamparato, M. y E. Kesten. 2006. Impacto de agroquímicos sobre la actividad biológica del suelo. Trabajo presentado en el 3º Congreso de Soja del MERCOSUR, Mercosoja 2006
- Basco, M. 1993. Esquema conceptual y metodología para el estudio de tipos de establecimientos agropecuarios con énfasis en el minifundio. El Minifundio en la Argentina. Sociología rural argentina. Estudios en torno al campesinado. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires. pp. 101-111.
- Bedmar, F., J.J. Eyherabide y M.J. Leaden. 2001. Manejo de las malezas en sistemas de producción con siembra directa. En: Panigatti, J. L., Buschiazzi, D y H. Marelli (ed) *Siembra Directa*. INTA Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina. 2, 99-141
- Bisang, R. 2003. Apertura económica, innovación y estructura productiva: la aplicación de biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina. *Desarrollo Económico* 171 (43), 413-442
- Bisang R. y Sztulwark S. 2006. Tramas productivas de alta tecnología y ocupación. El caso de la soja transgénica en Argentina. Proyecto MTSS-BISIEG 59. Buenos Aires.
- Blanco, M. 2001. [La agricultura conservacionista y sus efectos sobre la mano de obra rural: La aplicación de siembra directa en el cultivo de cereales y oleaginosas](#) En Neiman, Guillermo (Comp.) *Trabajo de campo: producción, tecnología y empleo en el medio rural*, 134-152. Buenos Aires.
- Bockstaller, C.P. Girardin and H.M. van der Verf. 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy* 7, 261-270.
- Boivin, M. F, A. Rosato, F. A. Balbi y C. Ayerdi. 1997. Cambio rural: ¿reconversión productiva o reconversión profesional? V Congreso de Antropología Social. La Plata, Argentina. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.antropologia.com.ar/congresos/contenido/laplata/LP1/44.htm>
- Botta, G. y D. Selis. 2003. Diagnostico sobre el impacto producido por la adopción de la técnica de siembra directa sobre el empleo rural. Una recopilación. CADIR, Buenos Aires. 7 pp. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.unlu.edu.ar/~maqagro/Sd%20Botsels.pdf>
- Bragachini; M., R. Peiretti y Russi. 2004. Mercado de maquinarias agrícolas argentino. INTA. Manfredi.

- Brailovsky, A. 1992. *La ecología y el futuro de la Argentina*. Ed. Planeta. Buenos Aires.
- Brookfield, H. y M. Stocking .1999. Agrodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change* 9, 77-80.
- Cáceres, D. 1998. Tecnología, participación y desarrollo rural. *Estudios* 9,141-160.
- Cáceres D .2005. Tecnología, sustentabilidad y trayectorias productivas. En Benencia R, Flood C (Eds.) *Trayectorias y Contextos. Organizaciones Rurales en la Argentina de los Noventa*. La Colmena. Buenos Aires, Argentina., 105-136.
- Cáceres, D. 2008. La sustentabilidad de los sistemas campesinos analizada desde dos enfoques : estados vs. procesos. *Interciencia* 33 (8), 578-585.
- CAFMA, 2008. Producción de maquinaria agrícola 1996-2007. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.cafma.org.ar/estadisticas.asp>
- Capitanelli, R. 1979 a .Clima. En Vazquez, J.,R. Miatello y M. Roque (Eds) *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. . Ed. Bolt. Bs As., 45-138
- Capitanelli,R. 1979 b .Geomorfología. En Vazquez, J.,R. Miatello y M. Roque (Eds) *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. Ed. Bolt . Bs As., 213-296.
- CASAFE, 2007.Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.casafe.org/>
- Casanovas, E.M., Echeverría, H. E. y G. A. Studdert. 1995. Materia Orgánica del suelo bajo rotaciones de cultivo. Efecto de los ciclos de agricultura y pastura. *Ciencia del Suelo* 13 (1) 21-27.
- Casas, R. 2000. La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Disertación acto entrega premio Antonio Prego. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.insuelos.org.ar> .
- Casas, R. 2003. El aumento de la materia orgánica en suelos argentinos: el aporte de la siembra directa. XI Congreso de AAPRESID, 1, 155 – 168. Rosario.
- Castellarín, P. y F. Salvagiotti. 2004. Importancia del maíz en la rotación de los Cultivos. Sustentabilidad y diversificación de riesgos productivos. *IDIA XXI, Cereales, sección maíz* 5, 141-146.
- Chagas, C., Marelli, I. y O. J. Santanatoglia. 1994. Propiedades físicas y contenido hídrico de un Argiudol típico bajo tres sistemas de labranza. *Ciencia del Suelo* 12,11-16.
- Cloquell, S. 2003. Agricultura y ambiente. Caracterización del uso y cuidado de los Recursos naturales en la producción agrícola del sur de Santa Fe. Mimeo. GER–UNR.
- Conway, G.R. 1986. The properties of Agroecosystems. *Agricultural Systems* 24, 97-117.
- Cordone, G.; M. Ferrari; J. Ostojc; G. Planas.1995. Post-harvest amount, quality and distribution of crop residues in the Pampa Húmeda (Argentina). ASA, CSSA, SSA *Agronomy Abstracts*, p.301.
- Costa, J. L. 2004. Impacto de los agroquímicos sobre el ambiente. Publicado en Internet, disponible en: http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/inta_expone/AuditorioGuillermoCovas/ImpactoAgroqAmbiente.pdf

- Craviotti, C. 2002. Pampas family farms and technological change: strategies and perspectives towards genetically modified crops and no-tillage systems *International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 10 (1), 23-30.
- Dardanelli J.1998. Eficiencia en el uso del agua según sistemas de labranzas. En: Panigatti J.L., Marelli H., D Buschiazzo y R. Gil (ed) *Siembra Directa*. INTA Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina., 107-115
- Darwich, N. 2003. El balance Físico económico en las rotaciones agrícolas Proyecto Fertilizar. INTA. Publicado en Internet, disponible en: [http:// www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)
- de Freijo, E.G., J.A. Portillo y J.C. Maceira. 2003. El desempeño macroeconómico del sector agropecuario y agroindustrial. Publicado en Internet, disponible en: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/economia_agraria/index/macro/SECTOR%20AGROP%202002.pdf
- Díaz Rönner, L. 2005. La incorporación de nuevas tecnologías y algunos de sus componentes problemáticos en el modelo agrícola argentino del siglo XXI. *Revista THEOMAI .Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo. Número especial, Actas 1º Jornadas Interdisciplinarias Theomai sobre Sociedad y Desarrollo.*
- Diaz, M.J., Z. E. Roberto y E. F. Viglizzo.1986. Diversificación productiva y estabilidad económica de sistemas con distintas relaciones agroganaderas. *Revista Argentina de Producción Animal* 6 (9-10), 603-608.
- Díaz-Zorita, M., M. Barraco, C. Alvarez . 2004. Efectos de doce años de labranzas en un Hapludol del Noroeste de Buenos Aires, Argentina. *Ciencia del suelo* 22 (1), 11-18.
- EPA, 1999. Pesticide Ecotoxicity Database. US Environmental protection Agency, Washington, DC.
- EXTOXNET, 1999. Pesticide Information Project. Cornell University, Oregon State University, University of Idaho, University of California at Davis Institute for Environmental Toxicology and Michigan State University.
- Fernández, N., V. Viciano y A. Drovandi. 2003. Valoración del impacto ambiental total por agroquímicos en la cuenca del Río Mendoza. Proyecto OEI/DGI .Publicado en Internet, disponible en: [http://www.inta.gov.ar/Mendoza/Jornadas/ Trabajos presentados/Fernandez.pdf](http://www.inta.gov.ar/Mendoza/Jornadas/Trabajos%20presentados/Fernandez.pdf)
- Ferraro, D.O., C.M. Ghersa, y G.A.Sznaider. 2003. Evaluation of environmental impact indicators using fuzzy logic assess the mixed cropping systems of the Inland pampas, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 96, 1-18.
- Flores, C.C. y S.J. Sarandón. 2002. ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105 (1), 52-67.
- FOOTPRINT , 2007. The FOOTPRINT pesticide Properties Database Bases. Database collated by the University of Hertfordshire as part of the EU-funded FOOTPRINT Project. Publicado en Internet, disponible en: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/atoz.htm>

- Gabriel, k. R. 1971. Biplot display of multivariate matrices with application to principal components analysis. *Biometrika* 58, 453-467.
- García, F. O. 2001. Balance y manejo de nutrientes en rotaciones agrícolas. Rotación de cultivos en Siembra Directa .Publicación técnica AAPRESID: 59-68
- García, F. O. 2003. Agricultura Sustentable y Materia Orgánica del Suelo: Siembra Directa, Rotaciones y Fertilidad. INPOFOS Cono Sur. III Congreso Nacional de Ciencia del Suelo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 9 pp.
- Ghersa C. M., D. O. Ferraro, M. O. Macini, M. A. Martínez-Ghersa, S. Perelman, E. H. Satorre y A. Soriano. 2002. Farm and landscape level variables as indicators of sustainable land-use in the Argentine Inland-Pampa. *Agricultural, Ecosystems and Environment* 93 (1-3), 279-293.
- Ghezan, G., M. Mateos, y J. Elverdin. 2001 .Impacto de las políticas de ajuste estructural en el sector agropecuario y agroindustrial. El caso de la Argentina. Serie de Desarrollo Productivo 90, pp 88. Santiago de Chile. CEPAL.
- Giarracca, N y M.; Teubal. 2006. Democracia y neoliberalismo en el campo argentino. Una convivencia difícil. En Grammont, Hubert C. CLACSO (Ed.) *La construcción de la democracia en el campo*. Publicado en Internet, disponible en:<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/grupos/gram/C02GiarraccaTeubal.pdf>
- Giarracca, N, S. Aparicio y C. Grass .2001. Multiocupación y pluriactividad en el agro argentino: el caso de los cañeros tucumanos. *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales* 162(41), 305-320.
- Gil, R. C. y Garay A. 2002. La siembra directa y el funcionamiento sustentable del suelo. En: Panigatti,L. Buschiazzo, D. y H. Marelli (ed) *Siembra Directa II*. INTA Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina, 5-16
- Giletta, M. 2005. El escenario pos-devaluatorio: Desempeño de la Economía Argentina y dinámica del Sector Agropecuario. XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Lomas de Zamora, Buenos Aires.20 pp.
- Giménez, R.A. , J. Fuchs, L. Piola, N. Casabé, R. Massaro, R. Papa , J.C., Oneto, M., Basack, M. Pamparato y E. Kesten. 2006. Impacto de agroquímicos sobre la actividad biológica del suelo. III Congreso de Soja del Mercosur, Mercosoja. 4 pp.
- Gliessman, S. R. 2001. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. CATIE, Turrialba, pp 359.
- Gliessman, S.R, F.J. Rosado-May, C. Guadarrama-Zugasti, J. Jedlicka, A. Cohn, V.E. Mendez, R. Cohen, L. Trujillo , C. Bacon y R. Jaffe. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16 (1), 13-23.
- Gomez, A.A., D.E. Sweete Nelly, J.K. Syers y K.J. Coughlan. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. *Method of assessing soil quality, SSSA Special Publication* 49, 401-409.
- Gorestein S. y G. Peri 1990. Cambios tecnológicos recientes en la Pampa Húmeda Argentina: ¿modifican la dinámica de sus áreas rural-urbana? En: *Tecnología y reestructuración productiva: impactos y desafíos*. Bs. As. Edit. Grupo Editor Latinoamericano.

- Gorgas, J. A. y J. L. Tassile. 2002. *Regiones Naturales de la Provincia de Córdoba*. Serie C. Publicaciones Técnicas. Agencia Córdoba Ambiente. Gobierno de Córdoba. 97 pp
- Graham-Tomasi, T. 1991. Sustainability: Concepts and implication for agricultural research policy. En Parley, P.G., Roseboom, J. y J.R. Anderson (ed). *Agricultural Research Policy : International Quantitative Perspective*, ambridge University Press, pp 81-102.
- Grass, C. 2006. Redefinición de la vida rural en el contexto de la modernización: relatos de “ganadores” y “perdedores” en una comunidad rural en la región pampeana argentina. VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de sociología rural. Quito. Ecuador.
- Hocsman, L. D y G. Preda. 2006. Agriculturización y bovinización, la renovada territorialización capitalista en Córdoba (Argentina). VII Congreso Latino Americano de Sociología Rural. Quito, Ecuador
- INDEC, 2002. Censo Nacional Agropecuario 2002 (CNA). Publicado en Internet, disponible en: <http://www.indec.mecon.ar/>
- InfoStat .2008. InfoStat, versión 1. Manual del Usuario. Primera edición. Ed. Triunfar pp. 320. ISBN: 987-43-4509-8.
- INTA-SMAGyRN-UNRC. 1998. Campaña 1997-1998 y proyección campaña 1998-1999. Monitoreo Económico de los Sistemas productivos predominantes del sector agropecuario de Córdoba. Serie Economía Agraria, Vol. VI.
- INTA-SMAGyRN-UNRC. 2003. Campaña 2002-2003 y proyección campaña 2003-2004. Monitoreo Económico de los Sistemas productivos predominantes del sector agropecuario de Córdoba. Serie Economía Agraria Vol. VIII.
- INTA.-SMAGyRN, 1987. Análisis de la evolución, situación actual y problemática del sector agropecuario del Centro Regional Córdoba..Ed. INTARCOR. 106 pp.
- INTA-SMAGyRN. Plan de mapa de Suelos. 1987 a. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3363-2 Oliva, SMAGyRN, Cba.
- INTA-SMAGyRN, Plan de mapa de Suelos. 1987 b. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3363-32 Oncativo, SMAGyRN, Cba.
- INTA-SMAGyRN, Plan de mapa de Suelos. 1987 c. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3163-26 Villa del Rosario, SMAGyRN, Cba.
- Isla, C. 2003. El plan de convertibilidad y las transformaciones en la estructura agraria de la Región Pampeana. VI Congreso Nacional de Ciencias. Políticas. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.saap.org.ar/esp/docs-congresos/congresos-saap/VI/areas/04/isla.pdf>
- Jarsun, B., J. A. Gorgas, E. Zamora, H. Bosnero, E. Lovera, A. Ravelo y J. L. Tassile. 2006. *Recursos Naturales de la provincia de Córdoba. Los Suelos, nivel de reconocimiento 1: 500.000*. Gorgas y Tassile Eds. Agencia Córdoba Ambiente, INTA Manfredi. Córdoba. 612 pp.
- Kaczewer, J. 2002. Toxicología del glifosato: Riesgos para la salud humana. En MAPO (Ed.) *La Producción Orgánica Argentina* , 553-561.

- Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degnil y J. Tette. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139, 1-8.
- Lal, R. 1994. Sustainable Land Use Systems and Soil Resilience, En Greenland, D.J. et Szabolcs, I. (ed), *Soil Resilience and Sustainable Land Use*, 41-67. CAB-International, Wallingford, RU.
- Lattuada, M. 2000. El crecimiento económico y el desarrollo sustentable en los pequeños y medianos productores agropecuarios argentinos de fines del siglo XXI. X Jornadas de la Asociación Argentina de Extensión Rural.
- Lattuada, M. 2001. Crecimiento económico y exclusión social en la agricultura familiar Argentina. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 1 (2), 171-193
- Lapolla, M. 2005. Argentina: sojización, retorno al modelo agroexportador (agroindustrial), latifundio y dependencia. *Revista Biodiversidad* 14, 10-55
- Lazzarini, A. 2004. Avances en el análisis del CNA 2002 y su comparación con el CNA 1988 Documento de difusión inscripto en el marco del desarrollo de actividades del Proyecto de Beca Profesional de Iniciación "Sistematización y análisis del Censo Nacional Agropecuario 2002" Instituto de Economía y Sociología (INTA).
- Leguia, H., L. Pietrarelli, S.M. Luque, J. Sanchez, E. Alessandria, M. Arborno y J.L. Zamar. 2004. El bosque nativo como referente del deterioro de los suelos agrícolas. *LEISA . Revista de Agroecología* 19 (4), 28-31.
- Lehmann, V. y W. A. Pengue. 2000. Herbicide tolerant soybean: Just another step in a technology treadmill? *Biotechnology and Development Monitor* 43, 11-14. University of Amsterdam. Department of Political Science.
- Levitan, L., I. Merwin y J. Kovach .1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method. Review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55 , 153-168
- López-Ridaura, S., O. Masera y M. Astier. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS Framework .*Ecological Indicators* 2 ,135–148.
- López, G. M. y G. Oliverio. 2002. El Sector Agropecuario y Agroindustrial en Argentina. Informe Fundación Producir Conservando, 52 pp. Publicado en Internet, disponible en: http://www.aapresid.org.ar/apadmin/img/upload/Sector_agrario.pdf
- Luti, R., M. Bertran de Solis, M. Galera, N. Muller de Ferreyra, M. Berzal, M. Nores, M. Herrera y J. Barrera .1979. Vegetación. En: En Vazquez, J., R. Miatello y M. Roque (Eds) *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*, 297-368.
- Magurran, A.E. 1983. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall. London, 179 pp.
- Marelli, H., B. de Mir, J. Arce, A. Lattanzi. 1984. Evaluación de la erosión hídrica en suelo labrado. *Ciencia del Suelo* 12 (1), 69-77.

- Marelli, H. 1994. La siembra directa y la agricultura sostenible. Encuentro de profesionales hacia una Agricultura Sostenible. INTA-PAC. Centro Regional Bs.As. N, Santa Fé, Córdoba y Entre Ríos, pp: 8-16.
- Marelli, H. J. 1997. Secuencias de cultivo y sistemas de labranza. En: L.M. Giorda y H.E.J. Baigorri (Ed), *El cultivo de la soja en Argentina*. Ed. Editar, 8, 153-184.
- Marelli, H. 1999 .La siembra directa como alternativa del manejo conservacionista. En Siembra sin laboreo de cultivos y pasturas. Publicación del INIA, Uruguay, PROCISUR y Facultad de Agronomía Paysandú , 7, 14 pp.
- Martellotto, E., H. Salas y E. Lovera. 2001 .Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas en la Provincia de Córdoba, factores que la condicionan. Publicación INTA Manfredi
- Martellotto, Salinas, Giubergia, Capuccino, Salas, Pappalardo; Lovera, Gorgas. 2003. E.E.A. INTA Manfredi. La intensificación de la agricultura, ¿se esta haciendo de manera sustentable? Publicado en Internet, disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Marten, G.G. 1987. Productivity, stability, sustainability, squitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment. *Agricultural Systems* 26, 291-316.
- Martínez Dougnac, G. y M. I. Tort. 2002 Notas sobre la evolución de la agricultura familiar en la región pampeana en la segunda mitad del siglo XX Trabajo presentado al XIII Economic History Congress, Bs As.
- Michelena, R. y C .Iruirtia. 2002. La Siembra Directa controla la erosión y mejora la fertilidad del suelo. .Instituto de suelos. Castelar. Publicado en Internet, disponible en http://www.insuelos.org.ar/Informes/La_siembra_directa.htm
- Montenegro , C., M.H. Strada, M. A. Martín, I. Gasparri, P. Minotti y G. Parmuchi. 2002. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Proyecto Bosques naturales y Áreas protegidas. Unidad de Manejo del Sistema de evaluación forestal. Dirección de Bosques , Sec. De Ambiente y Desarrollo Sustentable. Publicado en Internet, disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/A2/informe_cartografiasuperficie_dic02.pdf
- Montico, S. 1996. La degradación ambiental en el sector rural. *Desarrollo rural, humano y Agroecológico*. Módulo III. CET, CEPA, CLADES, CEAV. Rosario, 207-217
- Morello, J. y B. Marchetti. 1995. Fuerzas económicas condicionantes de cuatro procesos de degradación ambiental en Argentina. Erosión del suelo, deforestación, pérdida de biodiversidad y contaminación hídrica. CEPAL/PNUMA, 186 pp.
- Morello, J., W. Pengue y A. Rodríguez. 2005. Etapas de uso de los recursos y desmantelamiento de la biota del Chaco. *Revista Fronteras* 4 (4), 1-17.
- Muller, S.1996. ¿Cómo medir la sustentabilidad?. Una propuesta para el Área de Agricultura y de los Recursos Naturales. Serie Documentos de discusión sobre Agricultura sostenible y Recursos naturales, 1. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Proyecto IICA/GTZ , 55 pp.
- Navarrete, D. M., G. Gallopín, M. Blanco, M.Díaz-Zorita, D. Ferraro, H. Herzer, P. Laterra, J. Morello, M.R. Murmis, W. Pengue, M. Piñeiro, G. Podestá, E.H. Satorre, M. Torrent, F.Torres, E. Viglizzo, M.G. Caputo, A. Celis .2005.

- Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. CEPAL. Serie: Medio Ambiente y Desarrollo. N° 118. Santiago de Chile. 65 pp.
- Navarrete, D y G. Gallopin. 2007. Integración de políticas, sostenibilidad y agriculturización en la pampa argentina y áreas extrapampeanas. Serie seminarios y conferencias N° 50. CEPAL.33 pp.
- Núñez Vázquez, F., H.P. Salas, O. Bachmeier, W. Robledo, E. Lovera, y A. Rollán. 1996. Labranzas en la Región Central de la Provincia de Córdoba. En : D. E. Buschiazzo, J. L. Panigatti, y F. J. Babinec (eds.), *Labranzas en la Región Semiárida Argentina* , 49-66.
- Ovando, G., A. De la Casa, A. Rodríguez. 2000. Variabilidad temporal de la precipitación media anual en la provincia de Córdoba, Argentina, evaluada por medios geoestadísticos. VIII Reunión Argentina de Agrometeorología, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, Mendoza..
- Papa J.C., Felizia, J.C. y Esteban A. J. 2000. Malezas tolerantes que pueden afectar al cultivo de soja. Información Técnica de Soja y Maíz de Segunda. Campaña 2000. INTA EEA Rafaela.
- Paruelo, J.M, J. P. Guerschman y S. R Verón .2005 .Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy* 15 (87), 14-23.
- Paruelo, J.M.; Guerschman, J.P.; Piñeiro, G.; Jobbágy, E.G.; Verón, S.R.; Baldi, G. y Baeza, S. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia* 10 (2), 47 -61.
- Pearce, D., 1998. Measuring Sustainable Development: Implications for Agri-Environmental Indicators. Report prepared for the OECD Workshop on Agri-Environmental Indicators. Plenary session 1, York.
- Peiretti R. 1999. The development and future of direct seed cropping systems in Argentina. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.pnwsteep.wsu.edu/DirectSeed/conf99>.
- Peirone L. S., M. V. Basanta, E. Lovera, J.P. Giubergia, C. Alvarez .2008. Propiedades químicas y densidad aparente de un Haplustol del centro de la Provincia de Córdoba bajo siembra directa y labranza convencional. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Fúnes (SL), Argentina, 8 pp.
- Pengue, W. 2005. Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina ¿La transgénesis de un continente?. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México. 220 pp.
- Pengue, W. 2004. Producción agroexportadora e (in)seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina .*Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 1, 30-40.
- Pengue, W. 2003. El glifosato y la dominación del ambiente. *Revista Biodiversidad, Sustento y Culturas* 37:1-7.
- Pengue, W. 2002 Aspectos tecnológicos, ambientales y socioeconómicos de la agricultura pampeana durante la última década: Impactos, resultados y consecuencias".Documento presentado en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia,

Encuentro auspiciado por PROBIOMA Productividad Biosfera y Medio Ambiente y ANAPO, Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.gepama.com.ar/pengue/pdf/BOLIVIAprobiomaPENGUEdocumento2002.pdf> -

- Pengue, W 2001. Expansión de la soja en Argentina. Globalización, Desarrollo Agropecuario e Ingeniería Genética. Un modelo para armar. *Biodiversidad, Sustento y Culturas* 29, 8-14.
- Peretti, M. 1999. Competitividad de la empresa agropecuaria argentina en la década de los '90. *Revista Argentina de Economía Agraria* 2 (1), 27-41.
- Peretti, M. 2005. *Situación Económica Actual de la Agricultura Predominante de la Zona Núcleo de Región Pampeana* Publicado en Internet, disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/.../Situacion%20Economica%20Actual%20Cultivos%20Predominantes%20Febrero%202005.asp>
- Pieri, C., Dumanski, J., Hamblin, A., Young, A., 1995. Land Quality Indicators. World Bank Discussion Papers. N°. 315. The World Bank, Washington, DC.
- Piñero, M y F. Villareal.. 2005. Modernización agrícola y nuevos actores sociales. *Ciencia Hoy* 15 (8), 32-36.
- Pizarro, J. B. 2003 La evolución de la producción agropecuaria pampeana en la segunda mitad del siglo XX. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* 18, 63-125.
- Quiroga, A., Ormeño, O. y N. Peinemann.1998. Efectos de la Siembra Directa sobre propiedades físicas de los suelos. En: Panigatti, J.L., Marelli,H., Buschiazzo, D. y R. Gil. Eds. *Siembra Directa* .INTA Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina. pp 57-63.
- Quiroga, A. Fenández, D., Ormeño, O. y J. Ventura .1999. Efectos del manejo (rotación-agricultura) sobre los contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en suelos de la región semiárida pampeana. Boletines de Divulgación Técnica INTA, Anguil 62.
- Ragas, A. M .J, M. J.Knapen, P. J. M.van de Heuvel, R. G. F .T .M. Eijkenboom, C. L. Buise y B .J van de Laar. 1995. Towards a sustainability indicator for production systems. *Journal Cleaner Production* 3 (1-2), 123 - 129
- Rainero H. 2004. Avances en el control de malezas tolerantes a glifosato. Boletín N° 1. INTA Manfredi. Proyecto Regional de Agricultura sustentable. Ed. INTA.
- Rampoldi, A., Hang, S. y E. Barriuso. 2008. Mineralización del glifosato: Efecto de la temperatura y los residuos vegetales, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68, 13-20. Publicado en Internet, disponible en: [http:// www.inia.cl/link.cgi/Documentos/AgriculturaTecnica/2008/2101](http://www.inia.cl/link.cgi/Documentos/AgriculturaTecnica/2008/2101)
- Ravinovich, J. y F. Torres. 2004. Caracterización de los Síndromes de Sostenibilidad del Desarrollo. El caso de Argentina. Serie seminarios y conferencias, 38. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. CEPAL
- Rearte, D. 2003. El futuro de la ganadería argentina, Buenos Aires, INTA, 5 páginas. Publicado en Internet, disponible en: [http://.www.inta.gov](http://www.inta.gov).
- Reboratti, C. 1999. Ambiente y Sociedad. Conceptos y Relaciones. Ed. Planeta. Argentina. 221 pp.

- Reboratti, C. 2005. Efectos sociales de los cambios en la agricultura. *Ciencia Hoy* 15 (87), 52-61.
- Rigby, D., P. Woodhouse, T. Young y M. Burton: 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics* 39 (3), 463-478.
- Rodriguez, J. 2003. La Transformación del agro argentino: entre la prosperidad y el monocultivo. Anales del III Coloquio de Economistas Políticos de América Latina, Buenos Aires.
- Rodríguez, J. y N. Arceo. 2006. Renta agraria y ganancias extraordinarias en la Argentina 1990- 2003. *Realidad Económica* 219, 76-98.
- Ruttan, V. 1992. Issues and priorities for the twenty-first century. En: V. Ruttan ed., *Sustainable agriculture and the environment: Perspectives on growth and constraints*, 177-83. Boulder, CO: Westview Press
- SAGyA. 2004. Producción agrícola campaña 2003/04. Información estadística y técnica. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.cba.gov.ar/>
- SAGyP. 2004. Indicadores del sector sojero 2003/04. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- SAGyP. 2005. Maquinaria agrícola. Publicado en Internet, disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- Sánchez, M. A. y P. Bertinat. 2007. Sustentabilidad para reactualizar el debate: Una mirada sobre la sustentabilidad del patrón productivo asociado a las exportaciones argentinas. En: Diaz, C. y E. Spiaggi Comp. *Ruralidad y Desarrollo en la Región Pampeana, estrategias para la sustentabilidad*. UNR Ed, 1, 12-34.
- Sarandón, S .2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución verde. En : S. Sarandón ed., *Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable*. Ed. Científicas Americanas, Bs As. Argentina , 1, 23-47.
- Satorre, E. 1998. Aumentar los rendimientos en forma sustentable en la Pampa Argentina: Aspectos generales. En: Solbrig, O. y L. Vaineman (Comp.). *Hacia una agricultura productiva y sostenible en la pampa*. pp. 72-98.
- Satorre, E.H. 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy* 15, (87) 24 -31.
- Seifert, R. (2001), "La paradoja de la productividad", *La Nación*, 26/05/01.
- Sevilla Guzmán, E. 1997. La Agroecología como marco teórico para el Desarrollo Rural. En: *Paisaje y Desarrollo integral en áreas de montaña*. Madrid, Ministerio de Medioambiente.
- Smith, O.H., G.W. Petersen y B.A. Needelman. 2000. Environmental indicators of Agroecosystems. *Advances in Agronomy*, 1 68.
- Solbrig, O.T. y J. Morello 1997. Reflexiones generales sobre el deterioro de la capacidad productiva de la pampa húmeda argentina. En: Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires; Harvard University; INTA ed., *Argentina granero del mundo hasta cuándo? La degradación del sistema agroproductivo de la pampa húmeda y sugerencias para su recuperación*;

- Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires
- Sonnet, F. 1988. Estructura Agraria de la región pampeana de Córdoba. *Revista de Economía* 53, 47-107.
- Sonnet, F. H., Bernardi, M. L. y C. Valquez. 1996. Tecnología y transformación del agro argentino (1960-1993) *Actualidad Económica* 6 (35), 5-11.
- Sonnet, F. 1999. La reforma económica y los efectos sobre el sector agropecuario en Argentina (1989-1998) XXXIV Reunión anual Asociación Argentina de Economía Política. Universidad Nacional de Rosario.
- Souza Casadinho, J. 2004. Impacto de los cultivos transgénicos en la estructura agraria y alimentación. Análisis de la situación Argentina. CETAAR (Centro de Estudios Sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina).RAPAL (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina)
- Souza Casadinho, J. 2005. La Insustentabilidad del Cultivo de Soja. *Revista Enlace*, Chile 69, 6-9
- Steinbach H. y R. Alvarez. 2005. Cambios en los contenidos de carbono de los suelos pampeanos por introducción de la siembra directa. *INPOFOS Informaciones Agronómicas* 25, 16-23
- Stoll, D., E. Zorza, c. Nuñez y J. Marcellino. 2007. Impacto del herbicida glifosato sobre la comunidad de malezas en el sur de Córdoba. Soja actualización 2007. EEA Marcos Juárez. Proyecto Regional, producción agrícola sustentable. Informe de actualización técnica 7. Ed. INTA
- Sulser , T. B., M. L. Duryea, L. M. Frolich y E. Guevara-Cuaspu. 2001. A field practical approach for assessing biophysical sustainability of alternative agricultural systems. *Agricultural Systems* 68 (2), 113-135.
- Svarzman, G. y R. Rozemberg .2004. El escenario post Convertibilidad y la viabilidad de un despegue exportador: Un análisis de los condicionantes macro y macroeconómicos. *Boletín Informativo Techint* 313 , 25-48
- Taylor, D., Z. Mohamed, M. Shamsudin, M. Mohayidin y E. Chiew. 1993. Creating a Farmer Sustainability Index: A Malaysian Case Study. *American Journal of Alternative Agriculture* 8 , 175–184.
- Teubal, M .2003. Soja transgénica y crisis del modelo agroalimentario Argentino. *Realidad Económica* 196, 1-14.
- Tuesca, D., L. Nisensohn y J.C. Papa. 2007. Para estar alerta: el sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) resistente al glifosato. Soja para mejorar la producción. Estación Experimental Agropecuarias Oliveros. Centro Regional Santa Fé. Ed. INTA.
- Van Latesteijn, H.C., 1993. A methodological framework to explore long term options for land use. En: Penning de Vries, F.W.T. et al. (Eds.), *Systems Approaches for Agricultural Development*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 445–455.
- Venegas Valdebenito, R. 1997. Indicadores de sustentabilidad predial. *Agroecología y Desarrollo* , Número especial 11/12, 43-50.CLADES.

- Ventimiglia, L. 2004. El rol de la fertilidad y la rotación de cultivos sobre la sostenibilidad del sistema de producción. En Seminario trigo al día. INTA 9 de julio.
- Viglizzo, E.F., Z.E. Roberto y L. Peluffo. 1984. Efecto de la diversificación productiva del agroecosistema sobre sus rendimientos y estabilidad. *Revista Argentina de Producción Animal* 4 (11-12), 1167-1176.
- Viglizzo, E.F. 1986. Agroecosystems stability in the Argentine pampas. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 16, 1-12.
- Viglizzo, E.F. y Z.E. Roberto. 1989. Diversification, productivity and Stability of Agroecosystems in the Semiarid Pampas of Argentina. . *Agriculture, Ecosystems and Environment* 31, 279-290.
- Viglizzo, E.F., Roberto, Z.E., Brockington, N.R., 1991. Agroecosystems' performance in the semi-arid pampas of Argentina and their interactions with the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 36, 23-36.
- Viglizzo, E. 1994 a. The response of low-input agricultural systems to environmental variability. A theoretical approach. *Agricultural Systems* 44, 1-17.
- Viglizzo, E. 1994 b. El INTA frente al desafío del desarrollo agropecuario sustentable. *En Desarrollo Agropecuario Sustentable*. INTA-INDEC. Buenos Aires. 121 p.
- Viglizzo, E.F., Z.E. Roberto, M.C. Filippin y A.J. Pordomingo. 1995. Climate variability and agroecological change in the Central pampas of Argentina. *Agricultura, Ecosystems and Environment* 55, 7-16.
- Viglizzo, E. 1996. La sustentabilidad en agricultura ¿Cómo evaluar y medir? *RIA* 26 (1), 1-15. INTA Argentina.
- Viglizzo, E. F. 1999. Sustentabilidad ecológica y económica de la ganadería. *Revista Argentina de producción Animal* 19 (1), 1-13.
- Viglizzo, E. F., A. Pordomingo, M .G. Castro y F. Lertora. 2002. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa Nacional de Gestión Agropecuaria. Ed INTA. 84 pp.
- Walker, J. y D. J. Reuter. 1998. Indicators of catchment health. CSIRO. Australia. 173 pp.
- Zak, M y M. Cabido. 2005. Deforestación y avance de la frontera agropecuaria en el Norte de Córdoba. *Ciencia Hoy* 15, (87), 20.
- Zak, M., M. Cabido, D. Cáceres y S. Díaz. 2008. What drives accelerated land cover change in Central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environmental Management*. In press.
- Zamar, J.L. 2004. El índice normalizado de vegetación como indicador de la sustentabilidad de un territorio agrícola. Tesis Magister. Universidad Nacional de Córdoba y Universidad Nacional de Río IV, Córdoba, Argentina, 106 p.

