

## HISTORIA DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA DEL PAÍS: DEL ARADO DE REJA A LA SIEMBRA DE PRECISIÓN.

EVOLUCIÓN DE LA MECANIZACIÓN DE LAS LABORES Y LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS. DESDE EL ARADO DE REJA HASTA LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN. LOS PRINCIPALES CAMBIOS TECNOLÓGICOS DESDE LA APARICIÓN DE LAS MAQUINARIAS AGRÍCOLAS, LOS SALTOS DE TECNOLOGÍA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS. EL AVANCE DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y SU IMPACTO PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA EN EL FUTURO.

### AUTORES

1. ING. AGR. M.SC. MARIO BRAGACHINI | INTA EEA MANFREDI

2. MÉNDEZ, A. | 3. POGNANTE, J. | 4. DE LA TORRE, D. | 14. POZZOLO, O.

### COLABORADORES

5. EUGENI, M. E. | 6. BIANCO GAIDO, M. | 7. CASINI, C. | 8. RODRIGUEZ, J. C. | 9. BARTOSIK, R. | 10. PEIRETTI, J.

| 11. SCARAMUZZA, F. | 12. MARTELOTTO, E. | 13. SALINAS, A.

1 - 2 - 3 - 5 - 6, 7 - 10 - 11 - 12 - 13 | INTA | ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA MANFREDI

4 - 8 - 9 | INTA | ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BALCARCE

14 | INTA | ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

INTRODUCCIÓN.

LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA ARGENTINA PRESENTA UNA LARGA Y RICA HISTORIA DE PERMANENTE EVOLUCIÓN, DONDE SE DESTACARON MUCHAS FAMILIAS INMIGRANTES (EUROPEAS), RADICADAS PRINCIPALMENTE EN SANTA FE, CÓRDOBA Y BUENOS AIRES, CON EPICENTRO EN LAS MEJORES TIERRAS PARA USO AGRÍCOLA.

EL DESARROLLO DE LA MECANIZACIÓN EN ARGENTINA COMIENZA COMO UNA NECESIDAD DE FABRICACIÓN DE LAS PROPIAS MÁQUINAS PARA LABRANZA, LA SIEMBRA Y LA COSECHA, FRENTE A LA IMPOSIBILIDAD DE IMPORTACIÓN Y LA AUSENCIA EN FÁBRICAS LOCALES. ESTO GENERÓ UNA FUERTE NECESIDAD DE DESARROLLO LOCAL, Y SE COMENZARON A PRODUCIR MÁQUINAS DE MANERA ARTESANAL EN MUCHOS TALLERES DE PUEBLOS DEL INTERIOR DE PAÍS. ASÍ SE ORIGINARON LAS ACTUALES FÁBRICAS DE MECANIZACIÓN AGRÍCOLA EN ARGENTINA, FRUTO DE LA NECESIDAD DE PRODUCIR ALIMENTOS EN FORMA COMPETITIVA, ORIGINANDO EL DESARROLLO PARALELO DE LA MECANIZACIÓN.

EN LA DÉCADA DEL 50 YA EXISTÍAN EN ALGUNOS CASOS LAS SEGUNDAS GENERACIONES DE FAMILIAS DE FIERREROS ARGENTINOS COMO VASSALLI, BERNARDÍN, ROTANIA, SENOR Y MAINERO, SÓLO POR NOMBRAR ALGUNAS DE LAS MÁS CONOCIDAS.

LUEGO LE SUCEDIERON ALGUNAS OTRAS FAMILIAS DE INNOVADORES, HASTA LLEGAR AL 2009, DONDE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA Y AGROPARTES DE ARGENTINA ESTÁ REPRESENTADA POR 730 EMPRESAS CON MÁS DE 10 EMPLEADOS (120 TERMINALES POSEEN EL 40% DE LA FACTURACIÓN).

DE LAS 730 PYMES DEL SECTOR, 290 SON AGROPARTISTAS, ES DECIR, FABRICAN PARTES Y COMPONENTES, Y DE ELLAS UNAS 17 EMPRESAS FABRICAN COMPONENTES DE ALTA COMPLEJIDAD PARA AGRICULTURA DE PRECISIÓN (45.000 PUESTOS DE TRABAJO DIRECTOS Y OTROS TANTOS INDIRECTOS).

LA FACTURACIÓN ANUAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA NACIONAL EN EL 2008 FUE DE 850 M/US\$ Y DE ESA CIFRA UNOS 170 M/US\$ SE EXPORTARON.

EL MERCADO INTERNO DE MAQUINARIA ES DE 1.250 M/US\$ (2008), DE LOS CUALES TODAVÍA SE IMPORTAN UNOS 670 M/US\$, TENIENDO EL SECTOR UN SALDO NEGATIVO DE BALANZA COMERCIAL DE 500 M/US\$ (PROMEDIO 2007/2008).

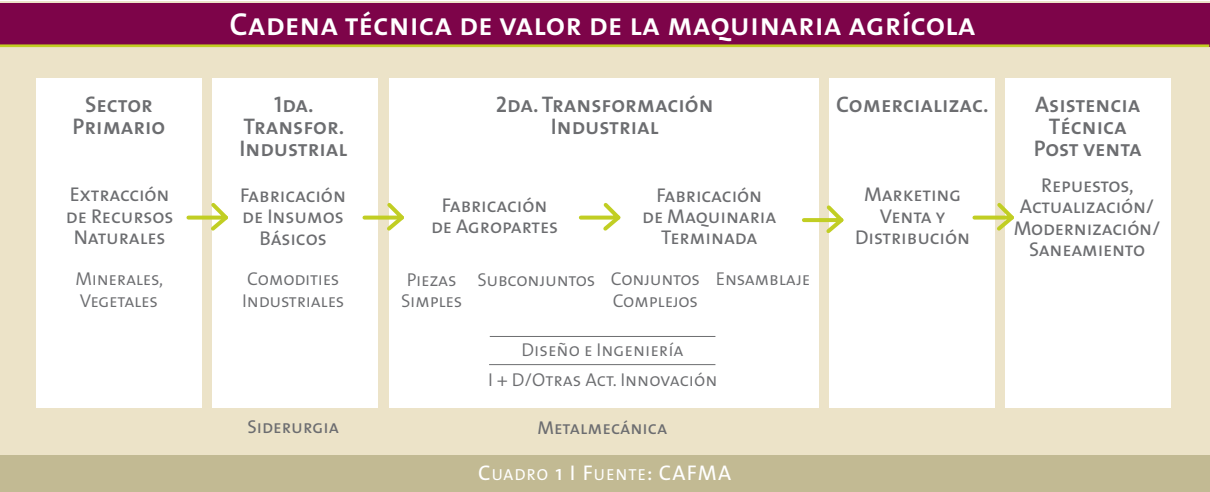
LA MAQUINARIA AGRÍCOLA ARGENTINA EXPORTA HOY A 32 PAÍSES DEL MUNDO. LO HACEN UNAS 100 EMPRESAS NACIONALES Y ESTO PERMITE MEJORAR LA COMPETITIVIDAD GLOBAL EN PRODUCTOS Y PROCESOS, PERMITIENDO PENSAR QUE LA INDUSTRIA DE MÁQUINAS Y AGROPARTES EN ARGENTINA POSEE BUEN FUTURO PARA AGREGAR VALOR A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y TAMBIÉN PARA GENERAR TRABAJO Y DESARROLLO EN EL INTERIOR DEL PAÍS.

EL DESARROLLO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA ARGENTINA TUVO, TIENE Y TENDRÁ UNA CORRELACIÓN CON EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN, LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO PRIMARIO, ES DECIR, LA PRODUCCIÓN DE GRANOS Y LA TRANSFORMACIÓN DE ESA BIOMASA EN PRODUCTO ANIMAL, POR ELLO RESULTA CONVENIENTE HACER UN ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DE LA PRODUCCIÓN Y LA TECNOLOGÍA APLICADA EN ARGENTINA EN LOS ÚLTIMOS 50 AÑOS, PARA LUEGO ENTENDER Y RELACIONAR EL CRECIMIENTO PARALELO DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA EN NUESTRO PAÍS.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ARGENTINA EN LOS ÚLTIMOS 58 AÑOS Y LAS ESTIMACIONES PARA LOS PRÓXIMOS 40 AÑOS.

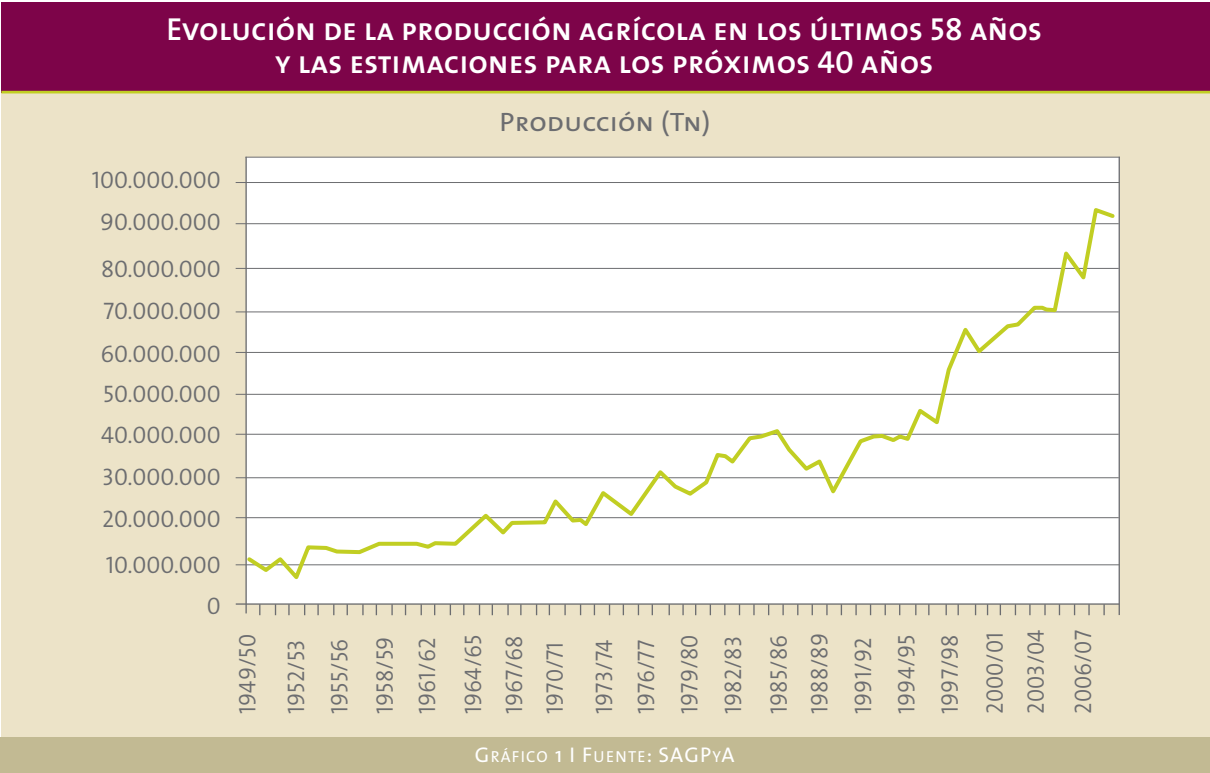
En el año 1947/1948 se produjo un récord de producción de cereales y oleaginosas, 16,022 mill/tn (14 mill/tn de cereales y 2 mill/tn de oleaginosas). En 1949/1950 la producción estuvo cerca de los 9

mill/tn, como lo expresa el *Gráfico 1*. En 1947/1948: trigo 6.5 mill/tn, maíz 5.2 mill/tn, avena 0.824 mill/tn, centeno 0.471 mill/tn, cebada 0.804 mill/tn, lino 0.901 mill/tn, y girasol 0.930 mill/tn. Datos de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. En 1947 las exportaciones agrícolas pampeanas eran de 3.63 mill/tn de grano por un valor de 2.5 m/US\$. En 1952 esa cifra cayó a 0.614 m/US\$. Como lo expresa el gráfico, a partir de 1952 comienza un



aumento de la producción de cereales y oleaginosas, que llega hasta el año 1985 (40 mill/tn de grano), luego cae y desde el año 1992 hasta el 2008 crece año tras año a un ritmo sin antecedentes mundiales.

Para tener una referencia del grado de tractorización que tenía Argentina, en el año 1947 había 10.400 tractores, a partir del año 1949 comienza un fuerte proceso de adquisición de tractores y cosechadoras,



que luego son reemplazados por los de producción local.

En 1952 se produce en Argentina una de las peores sequías de la historia y marca la culminación del deterioro de la agricultura pampeana y el consumo del pan “negro”, dado que se mezcló la harina de trigo con los otros cereales por la insuficiencia local de trigo. A partir de allí comienza un lento proceso de recuperación.

En 1956 el economista Raúl Prebisch (ex Director del Banco Central Argentino) eleva un informe al gobierno argentino, que contiene propuestas que constituyen un programa agropecuario donde se descuidan falencias.

Propuestas:

1. Precios favorables de los productos agropecuarios.
2. Constituir silos y elevadores de campaña y dotar al ferrocarril de elementos de transporte a granel.
3. Mejorar la vialidad rural (caminos).
4. Crear un instituto de investigación y difusión de tecnología para que difunda las prácticas desarrolladas en el país y en el exterior (INTA). Comenzó a funcionar en 1957.
5. Mejorar el aprovechamiento de la mano de obra.
6. Estimular el desarrollo de la maquinaria agrícola y facilitar la importación de lo que no se produzca económicamente.
7. Estimular la producción de abonos, fertilizantes, herbicidas, plaguicidas y semillas de granos y forrajeras mejoradas.
8. Reestimular el mercado nacional de hacienda distribuyendo los beneficios ganaderos entre productores.
9. Alentar la exportación de carne y subproductos a mercados tradicionales y a nuevos mercados, y para ello estimular la tipificación de la hacienda.

Créditos subsidiados y beneficios impositivos.

- **1956.** Deducción de los impuestos a los réditos del 100% del costo de la maquinaria agrícola y equipos agrícolas.
- **1956/1957.**Se crea el INTA, que jugó un papel relevante como el gran convertidor de la oferta tecnológica disponible a nivel internacional para la agricultura de clima templado. Esto supuso una plana propia de investigadores y el desarrollo de distintas variedades locales, que reflejaron los avances obtenidos, esencialmente maíz, trigo y arroz.
- Inspirado en la experiencia del Centro de Estudios Técnicos Agrícolas (CETA) de Francia, se crea en 1957 el grupo **CREA** Consorcios Regionales de Extensión Agropecuaria.

Es evidente que, paralelamente al crecimiento de la producción agrícola, se produjo en Argentina un incremento de productividad, favorecido por un crecimiento del desarrollo tecnológico y una fuerte adopción de la agricultura de conservación basada en la Siembra Directa, porque el brusco salto productivo comenzó en 1997/1998, coincidiendo con la fuerte adopción de la Siembra Directa en Argentina. Del 1949/1950 al 1997/1998, en esos 46 años, el crecimiento productivo fue de 630.000 tn/año. En cambio, en la última década, el crecimiento productivo fue de 5,2 mill/tn/año en promedio. Ese crecimiento productivo es récord mundial, ningún país creció proporcionalmente tanto en la producción de granos como lo hizo Argentina en la década del 1997/1998 al 2007/2008.

¿Cuáles fueron las causas de ese incremento espectacular? Sin duda que hubo crecimiento del área de siembra, aportes tecnológicos en genética tradicional y biotecnología, aportes tecnológicos en la mecanización agrícola y en la gestión del manejo de los conocimientos por parte del productor. En Argentina, en la última década, funcionaron muchas asociaciones de productores que tienden a formalizar puentes comunicacionales entre la comunidad científica tecnológica y la necesidad real del productor. La información generada por las universidades y el INTA fluye por los medios comunicacionales de una

PROYECCIONES DE ÁREA SEMBRADA I PRINCIPALES CULTIVOS (HA)						
	1949		2007/2008		2049*	
CULTIVO Kg/HA	RENDIMIENTO MILLONES DE T	PRODUCCIÓN Kg/HA	RENDIMIENTO MILLONES DE T	PRODUCCIÓN Kg/HA	RENDIMIENTO MILLONES DE T	PRODUCCIÓN
MAÍZ	1230	3,31	5190	22,01	10100	40,4
TRIGO	904	5,15	2749	16,35	4000	31
LINO	627	0,675	1121	0,02	1500	0,025
ARROZ	2746	0,13	6787	1,25	8400	2,2
SOJA	736	0,00006	2786	46,24	4200	88,2
GIRASOL	658	1,04	1772	4,65	3200	11,2
SORGO	692	0,0041	3,64	2,94	8400	6,75
OTROS**	1,44		3,18		17	
TOTAL	11,75		96,64		196,75	
* ESTIMACIONES REALIZADAS BAJO UN ÁREA DE SIEMBRA DE 41 M/HA CON UN INCREMENTO DE RENDIMIENTO PORCENTUAL IDÉNTICO AL OCURRIDO EN LOS ÚLTIMOS 60 AÑOS. LA ESTIMACIÓN REALIZADA POR EL INTA MANFREDI TIENE EN CUENTA LOS AVANCES GENÉTICOS, LAS MEJORAS DE MANEJO DE CULTIVOS, LA MAYOR INFLUENCIA DEL RIEGO COMPLEMENTARIO Y TAMBIÉN EL AUMENTO DE LA SUPERFICIE DEL DOBLE CULTIVO, TODO ESTO SUSTENTADO CON LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN, COMO SE INDICA EN LA ACTUALIDAD, MANEJO DE LOS CULTIVOS E INSUMOS SEGÚN AMBIENTE - ** OTROS: AVENA + CEBADA CERVECERA + MIJO + MANÍ + ALGODÓN + COLZA + POROTO						
CUADRO 2 I FUENTE: ELABORACION PROPIA EN BASE A SAGPyA						

manera muy eficiente, y esto no es otra cosa más que lo que hoy se llama Red Agropecuaria Argentina. La mecanización agrícola hace ya tiempo que en Argentina funciona como red y, dentro de ella, en los últimos tiempos (última década) se destaca la Red Agricultura de Precisión, coordinada por INTA, red que posibilitó a la Argentina alcanzar el liderazgo tecnológico a nivel latinoamericano y a generar un crecimiento de la industria argentina de agrocomponentes

Evolución genética del maíz en Argentina.

En 1945 se logran los primeros híbridos dobles EEA Pergamino. En 1951 se inscribe el primer híbrido HD Pergamino N:1 MA.G. y Pergamino N:2. Los HD fueron sustituyendo gradualmente a las variedades (OP) de polinización abierta durante un período de 30 años. La adopción de los híbridos en Argentina muestra 1953 (5%), 1956 (8%), 1959

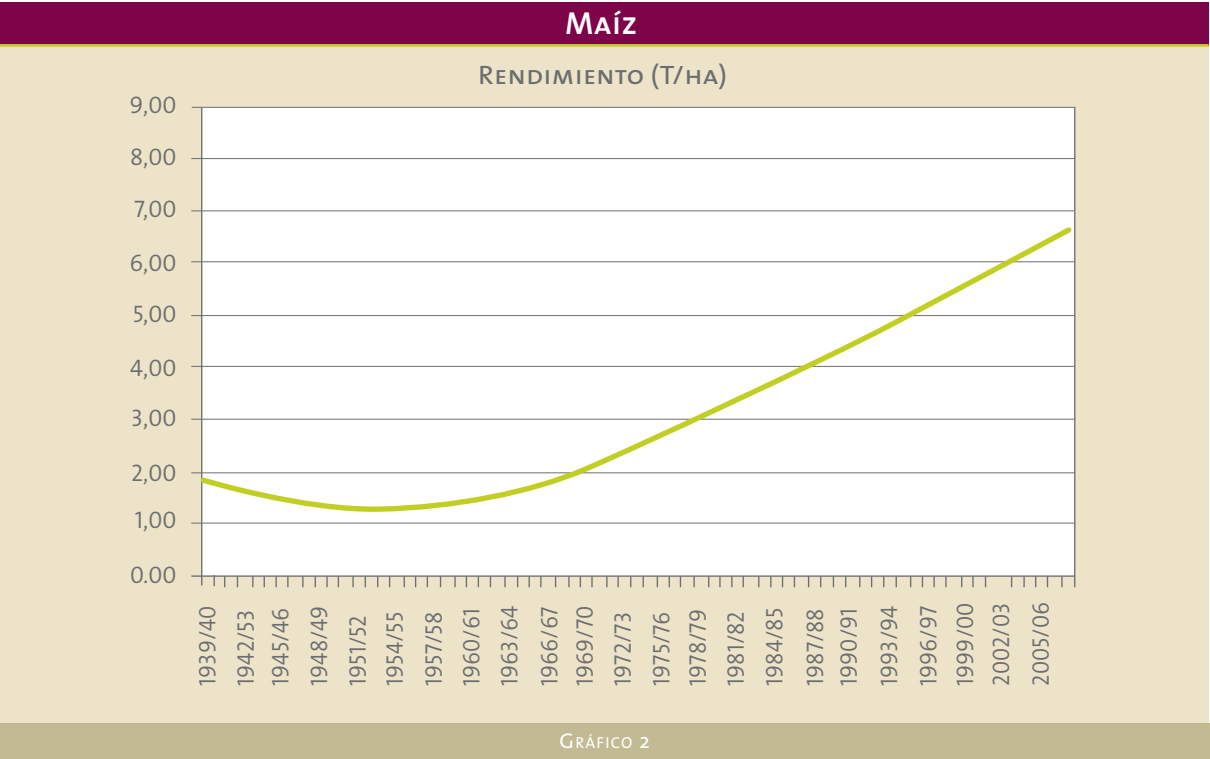
La información generada por las universidades y el INTA fluye por los medios comunicacionales de una manera muy eficiente, y esto no es otra cosa más que lo que hoy se llama Red Agropecuaria Argentina.

de alta complejidad, no sólo capaz de ser competitiva en el mercado local, sino también en el global.

MAÍZ.

Cada 5 años se va incrementado el rendimiento en 435 kg/ha, lo que representa un avance de 87 kg/ha por año de aumento en el promedio nacional del rendimiento.

(11%), 1962 (21%), 1965 (30%), 1968 (45%),1971 (50%), 1977 (80%). A partir de 1980 se introdujeron los híbridos de 3 líneas y a partir del año ‘80 y en la década del ‘90 se consolidaron los híbridos simples (HS), luego se incorporaron la oferta de maíces con resistencia a herbicidas, IMI, CL o IT tecnología Clearifield, y a partir de 1998 cultivos con eventos prestadores de eventos de transformación científica (trangénica) BT y otros y, recientemente, el BT+RR. Actualmente, el cultivo de maíz en Argentina alcanza



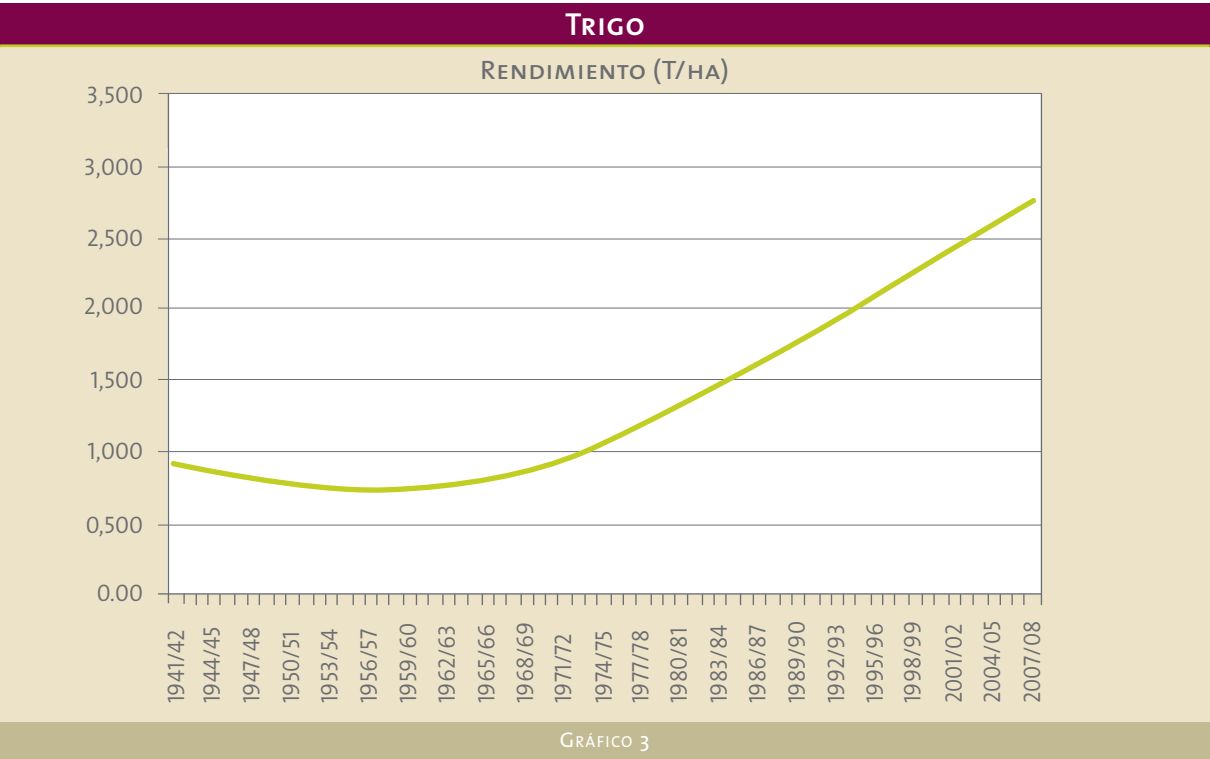
del 95 al 99% de maíces híbridos.

TRIGO.

Cada 5 años se va incrementando el rendimiento en 155

kg/ha, lo que representa un avance de 31 kg/ha/año de aumento en el promedio nacional del rendimiento. El trigo en Argentina tuvo varios períodos de evolución genética, que marcaron incrementos importantes de potenciales de rendimiento. En el año 1971 se

LOS CARACTERES TRANGÉNICOS Y LOS EVENTOS DE TRANSFORMACIÓN APROBADOS EN ARGENTINA SON:		
1998	BT RESISTENCIA AL LEPIDOPTENO	
2004	TOLERANTE A GLIFOSATO RR	
2005	TOLERANTE A GLIFOSATO RR	
MAÍZ TIPO PREDOMINANTE DE CULTIVOS		KG/HA/AÑO (AUMENTO)
1910 - 50	VARIEDADES DE POLINIZACIÓN ABIERTA	9.0
1951 - 70	VARIEDAD AP E HÍBRIDOS DOBLES	35.4
1971 - 89	HÍBRIDOS DOBLES Y DE 3 LÍNEAS	60.7
1990 - 07	HÍBRIDOS SIMPLES Y TRES LÍNEAS	203.2
RENDIMIENTO PROMEDIO NACIONAL		
1970 - 79	2.700 KG/HA	
1980 - 89	3.400 KG/HA	
1990 - 99	4.700 KG/HA	
2000 - 06	6.500 KG/HA	



introdujeron los tipos de sangre mexicana y con ellos se llegó a los 5.000 kg/ha de potencial. Luego, en el año 1980, se lanzaron los trigos organizados por cruzamientos entre trigos primaverales y mexicanos y se alcanzaron rendimientos potenciales de 8.000 kg/ha. En el año 1990 aparecieron los primeros trigos franceses en Argentina y el rendimiento potencial creció hasta los 10.000 kg/ha. Se espera superar los 13.000 kg/ha de potencial en el 2015 con la aparición de trigos originados mediante cruzamientos de trigos franceses con trigos argentinos y trigos sintéticos CIMMIT, los cuales tendrán mayor potencial de rendimiento y una mayor sanidad general de la planta.

SOJA.

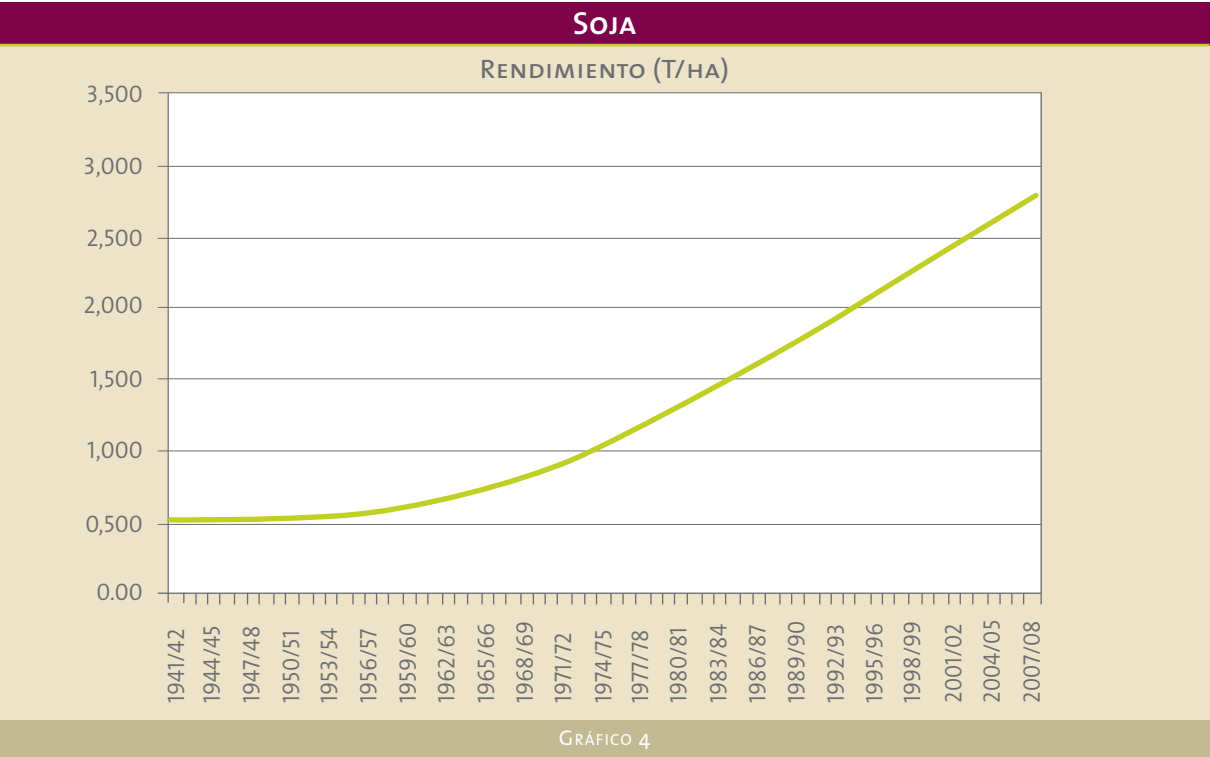
Cada 5 años se va incrementado el rendimiento en 170 kg/ha, lo que representa un avance de 34 kg/ha por año de aumento en el promedio nacional del rendimiento. La campaña 1996/1997 marca el inicio de la nueva

etapa en la evolución de germoplasma argentino en soja, con registro y comercialización de las sojas transgénicas, con resistencia a herbicida glifosato. (Gráfico 4)

GIRASOL.

La clave del mejoramiento genético.

En los últimos 25 años del cultivo de girasol en la Argentina, se dieron tres etapas en lo que hace a su evolución en rendimientos. Una primera que va desde 1920 a 1975, previa a los híbridos, con un rendimiento estabilizado. Otra segunda a partir del 1975, con la llegada de los híbridos, en la que los rendimientos progresan 40 kilos por hectárea, y en el siglo XXI se han registrado más de 250 híbridos comerciales, aunque parecen no haber hecho gran diferencia respecto del período anterior. Los ensayos arrojaron un nuevo grupo de híbridos con alto porcentaje de aceite en grano y de ciclo

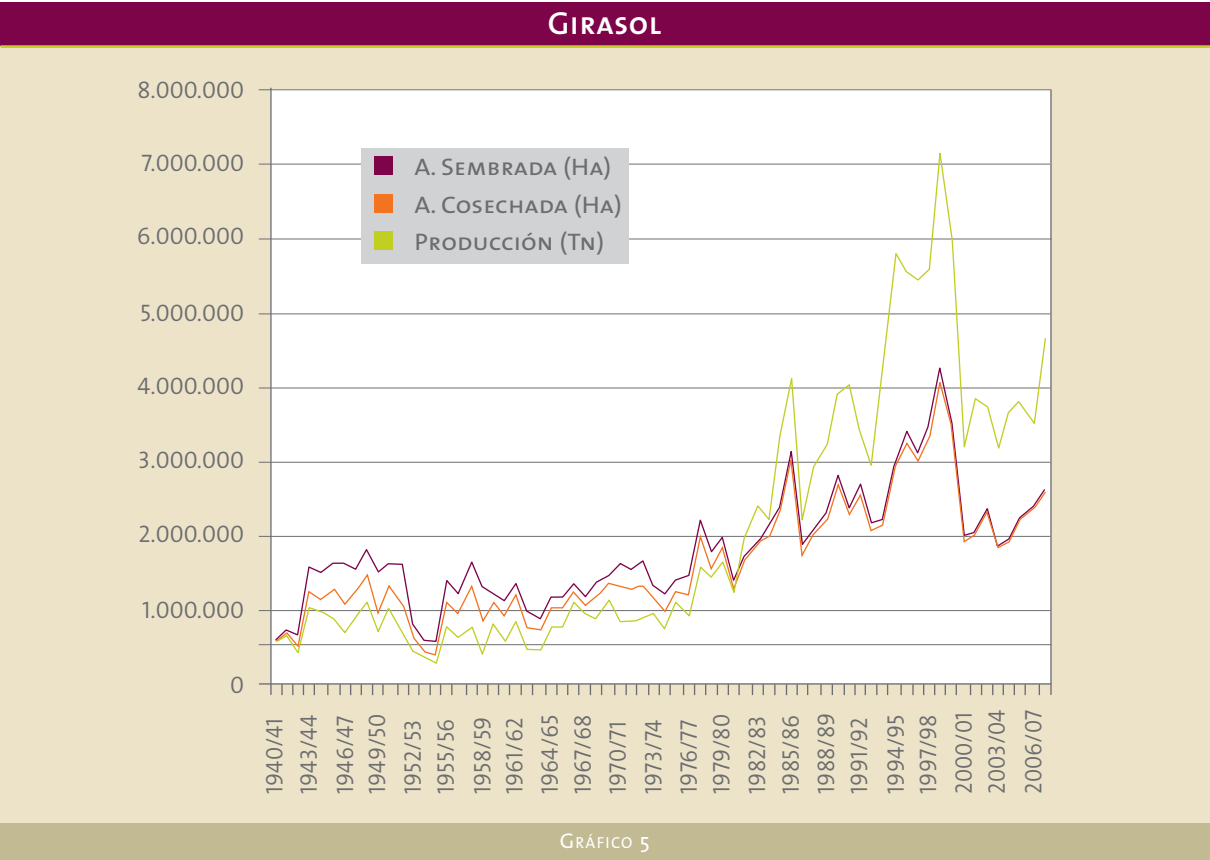


intermedio y potenciaron el desarrollo de valor agregado a los materiales, como el Alto Oleico. Entre 1930 y 1995 el gran diferencial entre el rendimiento de grano y de aceite se dio con la liberación de materiales híbridos en 1975, lo que duplicó el rendimiento de aceite a partir de 1982, hasta hoy. “Se estudiaron 45 híbridos orientados a la obtención de aceite, representativos de los 24 años de liberación continua de materiales, que alcanzaron una ganancia genética de 11,5 kg. de aceite/ha/año”.

Lo cierto es que con la entrada de los híbridos el girasol logró granos más pequeños con mayor porcentaje de aceite, un acortamiento del ciclo total entre emergencia y madurez fisiológica y un acortamiento subyacente en el período de la emergencia-floración entre variedades e híbridos. Otro dato a tener en cuenta es la marginalización del cultivo, que se vio desplazado a zonas agrícolas más marginales empujado por el maíz y la soja, cultivos de mucha mayor inversión en genética en el país.

GIRASOL			
	1949	2007/2008	2049
PRODUCCIÓN EN TN	788.260	4.646.065	9.100.000
SUPERFICIE EN HA	1.469.565	2.622.346	3.500.00
RENDIMIENTO KG/HA	532	1772	2600

OPTIMISTA: PROD.= 15.000.000 TN SUP.= 4.500.000 HA. REND.= 3.300 KG



Líneas actuales de investigación para el mejoramiento del girasol.

- > Proteínas, lecitinas y nuevas tecnologías.
- > Transgénicos.
- > Resistencia a Sclerotinia.
- > Producción en la región semiárida.
- > Especies silvestres para el mejoramiento genético.
- > Crecimiento foliar y rendimiento.
- > Resistencia al vuelco y al quebrado.
- > Resistencia a imidazolinonas.
- > Rendimiento y calidad industrial.

**PRODUCCIÓN GANADERA.**

**Hitos que se produjeron en la ganadería argentina.**

**1935.** Se insemina por primera vez en Argentina con

semen diluido.

**1950.** Comienzan a utilizarse los antiparasitarios internos.

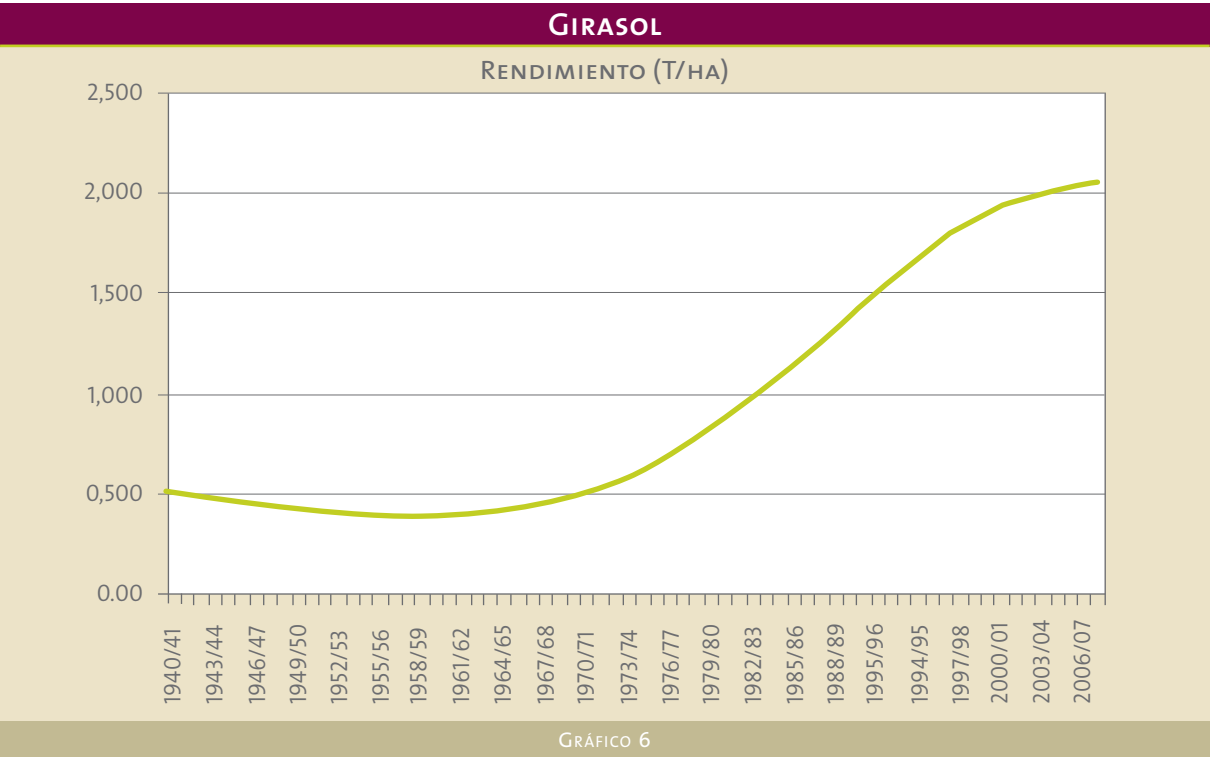
**1956.** Se crea el INTA, uno de los principales causales de la adopción de nuevas técnicas por el productor ganadero.

**1957.** Se fundan los Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (CREA), impulsores de la aplicación de tecnología ganadera.

En esa época se organiza el “SENASA” - Servicio de Sanidad Alimentaria.

Se introducen nuevas razas: Cebú (1941), Cebulinas (1950), Charolaise (1960), Fleckvieh (1967), razas italianas (1968) y los búfalos (1980).





**1996.** El país es declarado libre de aftosa con vacunación.

**1999.** Libre de aftosa con vacunación.

**2000.** Libre de aftosa. Nuevas perspectivas de exportación, circuito mundial no aftósico.

**2001.** Problema sanitario, se comienza nuevamente a vacunar.

**2007.** OIT declara nuevamente libre de aftosa con vacunación a la Argentina.

La Argentina es libre también de encefalitis espongi-forme (EEB), enfermedad de la vaca loca.

La ganadería en Argentina presenta una evolución de su stock ganadero, desde los 13.33 millones de cabezas en el año 1875, hasta los 56.8 millones/cabezas en el año 1975, considerado como récord.

La evolución del número de cabezas nos muestra lo siguiente:

EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE CABEZAS	
1875	13.38 M
1885	21.9 M
1915	26.38 M
1935	31.2 M
1947	41.1 M
1955	43.9 M
1975	56.7 M - RECORD
1985	54 M
2001	48.8 M
2003	48 M CON UN ALZA DE EXTRACCIÓN SUPERIOR AL 27%
	13 M DE CABEZAS /AÑO SE FAENAN

CUADRO 3 | FUENTE: ELABORACION PROPIA EN BASE A SAGPyA

Producción y Consumo de carne.

CONSUMO AÑO 2006	
100,3 KG   HAB.   AÑO	65 CARNE BOVINA 28 CARNE AVIAR 6,4 CARNE PORCINA 0,9 CARNE OVINA
CONSUMO AÑO 2049	
95 KG   HAB.   AÑO	40 CARNE BOVINA 40 CARNE AVIAR 13 CARNE PORCINA 2 CARNE OVINA

Para el año 2049 se proyecta un sostenido aumento de la producción de carnes (considerando las principales, carne vacuna, porcina, aviar, y ovina), pasando de 4,477 mill/tn en el 2006 a 9,475 mill/tn en el 2049. Lo interesante de destacar es que el consumo de carne vacuna se proyecta en disminución, pasando de 2,47 mill/tn en la actual a 2 mill/tn, tomando como base una población de 50 mill/hab se produce una caída en el consumo per cápita de carne vacuna de 65 kg/hab/año a 40 kg/hab/año. Esta caída en el consumo per capita de carne vacuna es más que compensada por un aumento en el consumo per capita de carne aviar y porcina. En efecto el consumo de carne aviar se proyecta que aumente de los 28 kg/hab/año en la actualidad a 40 kg/hab/año en el año 2049. En el mismo período el consumo de carne de cerdo pasará de 6,4 kg/hab/año a 13 kg/hab/año. Otro dato a tener en cuenta, es que el aumento de la producción proyectado en el caso de la carne vacuna se sustenta en un sostenido crecimiento en sus exportaciones. En efecto, las exportaciones de carne vacuna se proyectan para el 2049 en el orden de los 2,375 mill/tn

contra 550 mil toneladas exportadas durante el 2006. Con respecto a la carne aviar el incremento proyectado de las exportaciones es también sorprendente, si consideramos que se van a exportar 1,5 mill/tn en el 2049, contra apenas 95 mil toneladas exportadas durante el 2006.

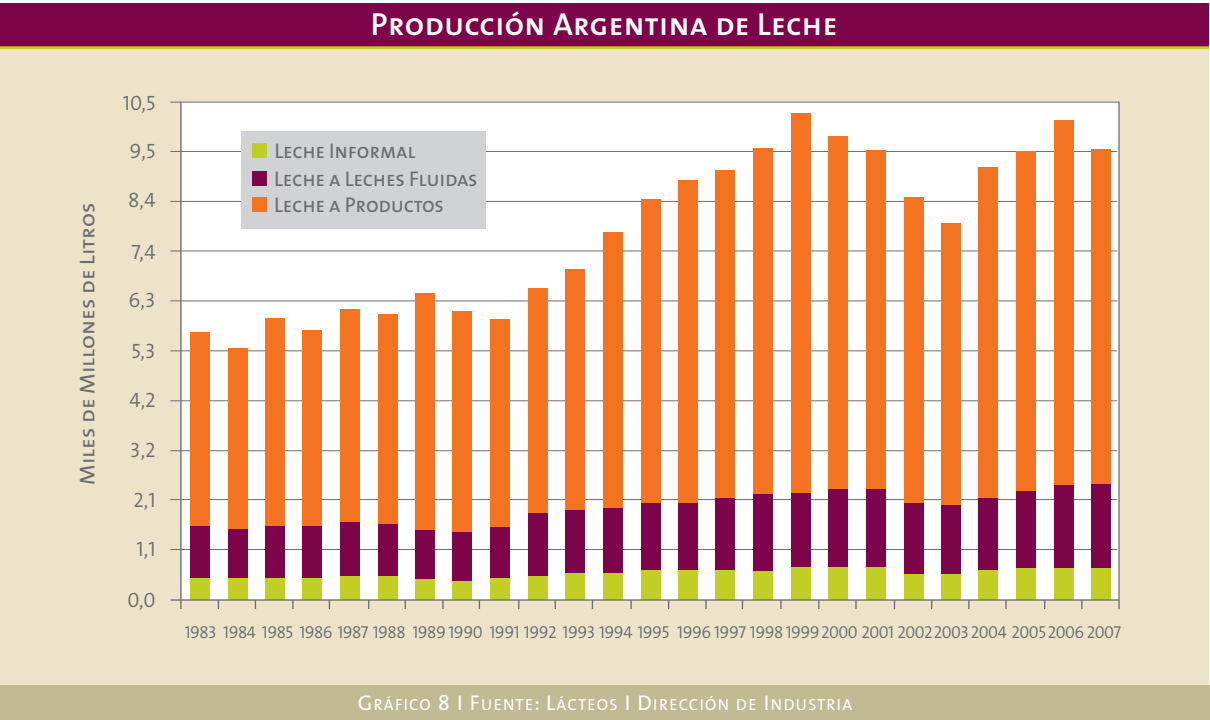
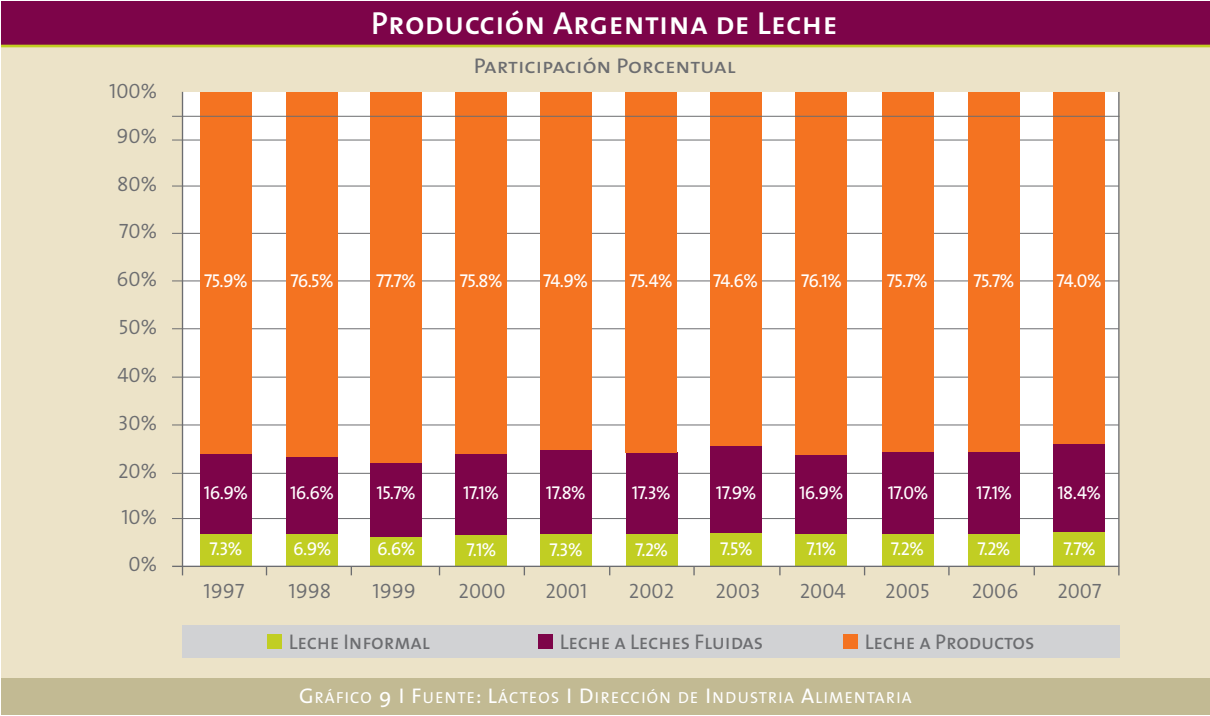
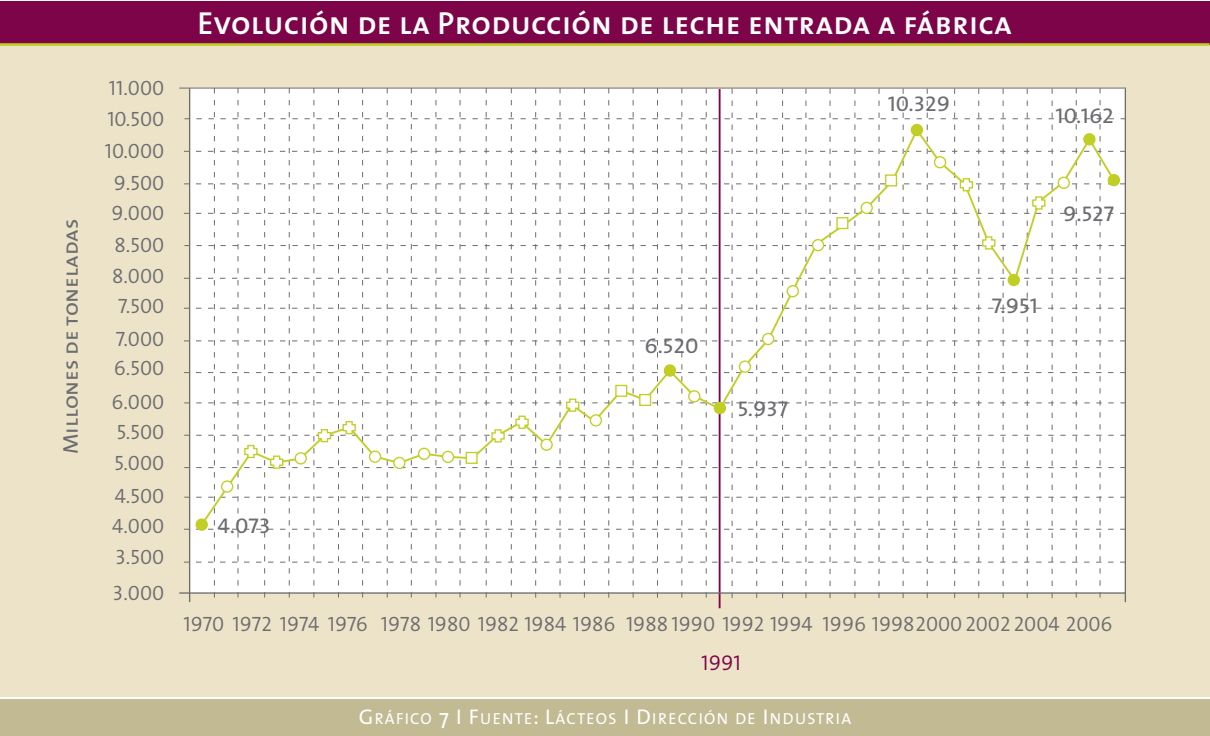
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ARGENTINA DE LECHE ANUAL   DESDE 1970 A 2007			
AÑO	MILLONES LTS	AÑO	MILLONES LTS
1970	4.073	1989	6.520
1971	4.680	1990	6.093
1972	5.238	1991	5.937
1973	5.064	1992	6.591
1974	5.133	1993	7.002
1975	5.480	1994	7.777
1976	5.625	1995	8.507
1977	5.149	1996	8.865
1978	5.056	1997	9.090
1979	5.188	1998	9.546
1980	5.147	1999	10.329
1981	5.120	2000	9.817
1982	5.487	2001	9.475
1983	5.697	2002	8.529
1984	5.341	2003	7.951
1985	5.962	2004	9.169
1986	5.721	2005	9.493
1987	6.190	2006	10.162
1988	6.061	2007	9.527

CUADRO 5 | FUENTE: ELABORACION PROPIA EN BASE A SAGPyA

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PRODUCCIÓN 2006	(TN) 2049	CONSUMO 2006	(TN) 2049	EXPORTACIÓN 2006	(TN) 2049
VACUNA	3.018.000	4.375.000	2.470.000	2.000.000	548.000	2.375.000
AVIAR	1.159.000	3.500.000	1.064.000	2.000.000	95.000	1.500.000
PORCINA	262.068	1.500.000	243.400	650.000	18.668	900.000
OVINA	38.540	100.000	34.000	50.000	4.540	50.000
TOTAL	4.477.608	9.475.000	3.811.400	4.700.000	665.208	4.825.000

BASE 50 MILLONES DE HABITANTES

CUADRO 4 | FUENTE: SAGPyA Y ESTIMACIONES PROPIAS



INDICADORES	LÍNEA BASE 2009	PROYECCIÓN 2049
LITROS/AÑO (MILLONES)	9.450	19.000
LITROS/VACA ORDEÑO/DÍA	16,5	25
VACAS ORDEÑO (MILES)	1.575	2.090
CONSUMO INTERNO( LTS/HAB./AÑO)	200	250
EXPORTACIÓN (%)	16,6	40

CUADRO 6 | FUENTE: SAGPyA Y ESTIMACIONES PROPIAS

Bases del crecimiento:

- > Aumento del rodeo en ordeño.
- > Aumento de la producción individual por mejor alimentación.
- > Mayor eficiencia de cosecha de forrajes.
- > Mayor participación de granos en la dieta.

buena genética, limitada en su producción sólo por cuestiones alimenticias.

**APORTE DEL DESARROLLO INNOVATIVO DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA AL PROGRESO PRODUCTIVO. COMPETITIVIDAD Y HUMANIZACIÓN DEL TRABAJO AGRÍCOLA EN ARGENTINA.**

No se tiene en cuenta el mejoramiento genético del rodeo lechero, ya que Argentina cuenta con una muy

La evolución de la agricultura en Argentina presenta una relación directa con el grado de desarrollo de la mecanización agrícola.

VENTA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN EL “MERCADO INTERNO”

1949: Estimación 80 m/U\$S  
2008: 1.300 m/U\$S  
2049: Estimación 2.650 m/U\$S

FUENTE: INTA MANFREDI

- > Orientación de las empresas bajo la filosofía de lograr y mantener entre el 20 y 30% de la facturación en el mercado externo.
- > Para exportar es necesario alcanzar competitividad global.
- > Producto con innovaciones destacadas (diferenciación y ventajas comparativas de prestación).

EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y AGROCOMPONENTES EN EL MERCADO INTERNO

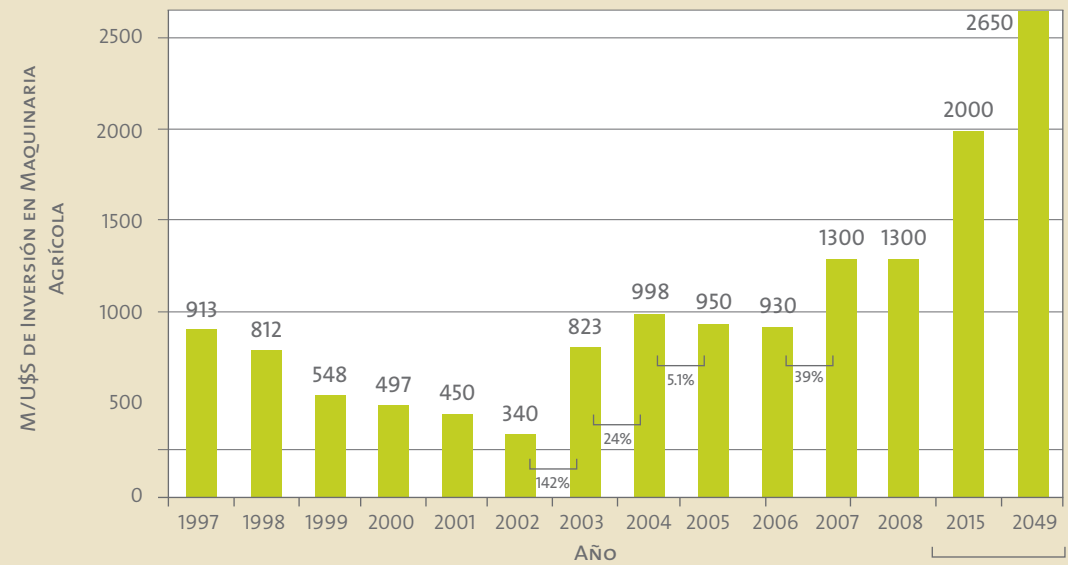


GRÁFICO 10 | FUENTE: INTA MANFREDI

EVOLUCIÓN DE LA FACTURACIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA. (Cuadro 7)

FUTURO DEL SECTOR MIRANDO AL 2015.

- > Adaptación de diseño y desarrollo a (nichos de mercado) con calidad y trazabilidad.
- > Investigación prospectiva de diseño y procesos.
- > Tecnología de procesos con certificación de repe-

EVOLUCIÓN DE LA FACTURACIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Año	FACTURACIÓN MERCADO NACIONAL	EXPORTACIÓN	TOTAL m/U\$S
2002	200U\$S	10m/U\$S	210
2008	640U\$S	171 m/U\$S	820

CUADRO 7 | FUENTE: INTA MANFREDI

titividad de producto (trazabilidad y control) que aseguren la durabilidad de los componentes y la intercambiabilidad de repuestos y partes (estandarización) = agropartismo con escala.

- > Normas internacionales de seguridad (homologación IRAM al menos).
- > Cumplimiento de exigencias para arancelarias. Continuidad (contraparte local).
- > Asistencia técnica (permanente, idioma).
- > Repuestos.
- > Marketing (departamento de comercio exterior).
- > Precio competitivo y una fuerte mentalidad de negocio a largo plazo.

Si todos estos factores se apoyan en el *know how* del INTA, bajo la base de una *Formación de Cluster* y la *agrupación provincial Santa Fe, Córdoba, Armstrong, Las Parejas, Las Rosas, Marcos Juárez, Bell Ville, más 60% de las empresas en esa Región*. Excelente idea la formación de *Cluster* para jerarquizar entidades como “CIDETER”, muy eficientes y prácticos, donde parte del aporte trae muchos beneficios, promoción, captura de fondos de innovación tecnológica, capacitaciones, etcétera. Por otro lado, se ve con mucha preocupación esa concentración geográfica, dado que no contribuye al desarrollo territorial que se busca con el sector (modelo EE.UU.). El Estado debería promover el desarrollo industrial de la maquinaria agrícola en Formosa, Santiago del Estero, Entre Ríos, San Luis, Salta y Tucumán, entre otras provincias. Problema: Concentración de demanda laboral (“gremialismo”), cuando el mercado se cae, las localidades entran en crisis (“monodependencia social”).

NUEVO HORIZONTE DEL MERCADO GLOBAL PARA LA INDUSTRIA DE MAQUINARIA ARGENTINA.

Todo este planteo requiere de inversión en tecnología de productos y procesos industriales, mar-

keting, comercio exterior, normas y gestión de calidad. No habrá cabida para empresas de más de 80 empleados desordenados e improvisados. Esto se logra integrándose alrededor de Cámaras, desprendiéndose del individualismo, **transnacionalizando las empresas en equipo**, funcionando en red y, si esa red es público/privada, mejor. Los requisitos para exportar son difíciles y costosos de alcanzar para una PyME, pero ese costo se diluye y se mejora el perfil cuando las empresas comparten objetivos y lo hacen a través de cámaras que los nuclea. 730 PyMES del sector con una facturación anual de 820 m/U\$S no alcanza para competir con grandes multinacionales que poseen redes en 70 países del mundo. Generar empresas binacionales, asociarse con Brasil, por ejemplo, puede ser una buena alternativa. El mercado potencial se puede ampliar significativamente. A raíz de la crisis interna y global, los intendentes, los gobernadores y el gobierno federal tienen más claro que una fuente industrial de trabajo en su localidad o ciudad significa oportunidades de crecimiento con desarrollo y “desocupación cero”.

RUBROS EN LOS QUE SE PUEDE COMPETIR MEJOR SIENDO PYME DE BAJA ESCALA EMPRESARIAL.

En los sectores de la informática, la electrónica, la telecomunicación y la sensorización, que contribuyen al automatismo de la maquinaria agrícola, pueden ser competitivamente más fáciles que la industria de hierro y acero. En estos rubros de alta complejidad, la inteligencia argentina puede sacar ventajas y llevarla a la práctica, no requiere tanto capital en inversiones. Ese *know how* de componente de alta complejidad puesto en una máquina argentina se puede exportar, y muchas veces puede significar una diferenciación frente a otro competidor.

CÓMO SERÁ LA MAQUINARIA DEL FUTURO I DEMANDA GLOBAL.

En el futuro, el mundo demandará maquinaria agrícola más precisa, eficiente, automatizada, senso-



rizada y autorregulable, con mayor incorporación de inteligencia electrónica y desarrollo de comunicación y transmisión de datos en tiempo real.

La maquinaria agrícola del futuro será más segura y ergonómica para el operador, menos contaminante, más conservacionista de los recursos naturales, con mayores prestaciones de trazabilidad de sus operaciones y con mejor tratamiento de la producción para preservar la calidad de los alimentos.

**La maquinaria agrícola del futuro** estará construida con materiales más livianos y en muchos casos biomateriales (biodegradables), utilizando como energía biocombustibles puros o en mezclas, en todos los casos cumpliendo con normas de polución internacionales.

El desarrollo de la mecanización estará orientado hacia una agricultura con crecimiento de la productividad, con sustentabilidad del ambiente productivo, preservando la salud y la seguridad de los operadores de las maquinarias agrícolas.

**Quienes no comprendan la demanda global, pueden**

Para superarse falta gente innovadora, con audacia y patriotismo para invertir y mucho, pero mucho trabajo en equipo, “trabajo en red”.

**perder competitividad en el corto plazo.** Es el objetivo de toda empresa alcanzar la competitividad global. El avance de los medios de comunicación de los últimos 10 años y lo que se espera para los próximos 15 años, debe provocar un avance cualitativo en las empresas, evolucionando en la captura de nuevos mercados.

#### TAREAS PARA TRANSFORMAR OPORTUNIDAD EN DESARROLLO SUSTENTABLE PARA EL SECTOR.

Será necesario conformar una red donde el objetivo sea el crecimiento y el desarrollo sustentable del sector, y donde se abandonen el individualismo que caracterizó el manejo gremial de este sector, al igual que otros en Argentina.

La crisis terminal del 2001 hizo abrir los ojos a varios, inclusive a los individualistas y a los conservadores. Hoy, luego de algunos hechos que quedarán en la historia como un “quiebre”, como fue el negocio de

exportación de máquinas agrícolas a Venezuela, la gran mayoría de los industriales del sector miran el negocio de manera global.

A partir de ese momento, muchas instituciones y políticos están confluyendo en un mismo objetivo, por ejemplo, Gobierno Federal y Provinciales, CAFMA, INTA, CIDETER, AFAMAC, CIDEMA, DIMA, DEMAACO, INTI, Fundación Exportar, IRAM, CFI, Expo Agro, Agroactiva, Canal Rural, Sembrando Federal, más toda la prensa gráfica y radial relacionada al sector. También se están aggiornando con el sector las Universidades y las ONG relacionadas, como ser: AAPRESID, AACREA, MAIZAR, ASAGIR, ACSOJA, etcétera. Todos tienen un objetivo común: Mejorar la competitividad del sector de la maquinaria agrícola y los agrocomponentes de fabricación argentina y en ningún momento se piensa en medidas proteccionistas, ni impedimentos arancelarios para la maquinaria importada.

La competitividad artificial a mediano plazo termina

siendo insostenible. Se debe evitar y estar atentos aplicando medidas anti dumping. (China).

Para superarse falta gente innovadora, con audacia y patriotismo para invertir y mucho, pero mucho trabajo en equipo, “trabajo en red”.

#### INNOVACIÓN Y REFLEXIONES.

Las innovaciones en la era de las comunicaciones surgían de los “genios”, innovadores. Hoy, en la era de las comunicaciones, las innovaciones surgen de equipos interdisciplinarios brillantes, con participación de muchos países con un mismo objetivo. Por eso es tan importante estar informado y formado para entender a tiempo los cambios de paradigmas, pudiendo reaccionar en tiempo y forma.

La maquinaria agrícola argentina, salvo algunas empresas hasta el año 2001, desarrollaba poco, pensaba solamente en el mercado interno, no competía en el exterior y sólo se limitaba a satisfacer,

como podía, el único mercado posible, “el local”. Además, con las reglas de juego vigentes, no era mucho lo que se podía hacer, pero desde el 2001 en adelante la situación mejoró y se debe mirar para adelante en el marco de los nuevos escenarios globales, **el éxito depende de todos los argentinos.** Para transformar esta oportunidad en generación de trabajo y riqueza con distribución y equidad social conservando el ambiente productivo, será necesario la intervención de muchas mentes brillantes, bien intencionadas, capaces de innovar estratégicamente hacia la cultura del trabajo con valor agregado, repocisionando valores como la necesidad de invertir tiempo y recursos económicos con audacia, con patriotismo, con creatividad, priorizando siempre el conocimiento y la educación como pilares fundamentales del crecimiento con desarrollo sustentable.

#### TAREAS DEL SECTOR PARA CRECER EN EL TEMA EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN.

El sector posee un techo de crecimiento, y ese techo lo representa la falta de capacitación y formación a todos los niveles: obrero, gerencial y empresarial, y esa es tarea de todos, **el Estado solo no puede hacer frente a semejante desafío.** Además, el Estado lo representamos entre todos, hace falta refundar las escuelas técnicas y poner las universidades al servicio del sector productivo (mayor compromiso productivo). Estos aspectos merecen tratarse directamente con los protagonistas y en un ámbito donde halla posibilidad de dialogar e intercambiar ideas, pero lo evidente es que el tiempo se acabó.

*“Hay que dejar de preocuparse por la educación técnica y definitivamente ocuparse”.*

Aquí cabe hacer un reconocimiento a una persona hoy ausente entre nosotros, que siempre trabajó para mejorar la educación y la formación técnica en Argentina, el **Sr. Lelio Lambertini (de la firma Mainero, Bell Ville, Córdoba)**, fallecido recientemente, pero **presente en todo momento por los legados que dejó en el sector.**

Lelio Lambertini, junto con otros pioneros del desarrollo del sector, trabajaron toda su vida para inculcarnos que la base del desarrollo industrial de

la maquinaria agrícola es la capacitación de todas las personas que intervienen en la cadena del sector.

#### UN POCO DE HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL SECTOR.

Hasta el año 1949, Argentina presentaba bajo grado de mecanización, los tractores recién empezaban a ser importantes y el uso de la tracción animal dominaba la mecanización agrícola, los arados de rejas y de discos eran la máquina agrícola principal, de 2 ó 3 rejas traccionado por caballos, posteriormente se preparaba la cama de siembra con rastra de dientes también con tracción a caballo y en alguna ocasión se pasaba un rolo destierzo. Luego se sembraba el maíz con sembradoras de 2 ó 3 hileras a 70 cm a caballo, el trigo se sembraba con sembradoras a discos y zapata de 15 a 20 hileras a 15 cm (trigo y pasturas). Esta era la situación dominante hasta el año 1960.

Cuando se habla de desarrollo tecnológico de la mecanización agrícola, se habla de lograr que el **hombre de campo pueda hacer las operaciones agronómicas requeridas con facilidad y capacidad operativa, con el menor esfuerzo físico y mental, con el mínimo riesgo de accidente, conservando su salud, y con el menor costo beneficio, o sea, buena competitividad laboral.** Todo esto en un marco de respeto por el ambiente productivo. Luego de 1960 comenzó una verdadera revolución de la mecanización en Argentina: los tractores se generalizaron, los implementos de labranza crecieron en cantidad y calidad, comenzó paralelamente a crecer el área de siembra, los rendimientos, aparecieron los agroquímicos, mejor genética que llevó a un crecimiento de las pulverizadoras y sembradoras, y paralelamente los equipos de cosecha, almacenaje, transporte, y acondicionado de grano. Cada habitante argentino en el 2008/09 en promedio produce alimentos para 10 habitantes en el mundo, de manera eficiente y a un costo muy competitivo (el más bajo del mundo en soja). Aplica sistemas de manejo sustentables para el recurso suelo (sin labranza, Siembra Directa) y utiliza muy baja cantidad de fertilizante por unidad de kilogramo de grano producido, logrado con el menor gasto de

combustible tranqueras adentro del mundo. Actualmente lo hace con un desarrollo propio de la mecanización agrícola constituida por 730 PyMES productoras de maquinaria agrícola y agropartes que emplean directamente 44.000 puestos de trabajo y facturan anualmente (2008) 820 m/U\$S en todo concepto (mercado interno, exportación y venta de agropartes y repuestos).

Cuando se habla de agregado de valor a la producción agropecuaria, también se habla de la maquinaria agrícola. 7 de cada 10 unidades de alimento producido son exportadas y esos 650 m/U\$S/año, que la industria de maquinaria agrícola nacional vende en el mercado interno, salen al mundo como valor agregado incluido en los alimentos exportados (trabajo argentino agregado en los alimentos exportados).

Ningún país del mundo puede mostrar incrementos productivos del 42% de sus granos como lo hizo

dora. Paralelamente, se diseñaron también pulverizadoras con la presión de los gases de escape del tractor, llamados turbión, pero esto es sólo como anécdota ya que la evolución de la mecanización agrícola argentina tuvo siempre una correlación directa con los grandes hitos del desarrollo científico y la capacidad de adopción e innovación del productor agropecuario argentino reconocido en todo el mundo.

Como máquina agrícola innovativa y evolucionada para su época, se pueden destacar muchas y las más diversas, pero una se destaca sobre el resto: el “Molino de viento para bombear de agua subterránea”. Utiliza energía eólica y desde 1880 contribuyó a la transformación del campo argentino, aportando agua de uso animal y agua potable para uso humano, y permitiendo y facilitando la vida de seres humanos, animales y plantas. Así, contribuyó al desarrollo económico y social del país.

Cuando se habla de desarrollo tecnológico de la mecanización agrícola, se habla de lograr que el hombre de campo pueda hacer las operaciones agronómicas requeridas con facilidad y capacidad operativa, con el menor esfuerzo físico y mental, con el mínimo riesgo de accidente, conservando su salud, y con el menor costo beneficio, o sea, buena competitividad laboral.

Argentina entre el período 2002 - 2008 de 67 a 95 mill/tn. Estos datos nos llevan a no dudar de la calidad y la competitividad de la tecnología de la maquinaria agrícola de desarrollo nacional, porque ello se logró con más del 55% de máquinas argentinas.

El desarrollo de la maquinaria agrícola de fabricación nacional ocupa directa e indirectamente 90.000 puestos de trabajo y posee un alto grado de desarrollo territorial, dado que está localizado en el interior productivo y distribuido en 730 PyMES, lo que asegura equidad en la distribución de las riquezas.

En los comienzos de la agricultura mecanizada de la Argentina, las malezas se controlaban mecánicamente y las primeras pulverizadoras se empezaron a construir en Argentina en el año 1960, donde un pionero como Berini puso en el mercado la pulverizadora a tracción a caballo y bomba a pistón accionada por el giro de la rueda de la pulveriza-

## HISTORIA DEL MOLINO DE VIENTO.

Desde su llegada a Buenos Aires, en 1880, el molino de viento transformó la realidad del campo argentino. A mediados del siglo XIX, el mítico Oeste norteamericano estaba en un proceso de gran expansión agrícola-ganadera y necesitaba una urgente solución para el problema del abastecimiento de agua, que independizara al productor de la proximidad de la aguada natural. Fue un tal Daniel Halladay, quien desarrolló un mecanismo de autogobierno que se orienta según la dirección del viento, moviendo un conjunto de múltiples aspas inclinadas. Halladay comenzó la fabricación en 1854, con gran éxito de ventas, pues resultó un invento revolucionario. Este artefacto llegó a Buenos Aires en 1880 por iniciativa de Miguel Nicolás Lanús, quien era propietario de una casa importadora de maquinaria rural, en sociedad con Belisario Roldán (padre del poeta). Así fue como esta firma trajo de los Estados

Unidos el primero de los molinos de viento de este tipo.

Estaba construido totalmente en madera por la fábrica de Andrew Corcorán, de Nueva Cork. Por su lado, Lanús también presentó el novedoso molino en la Exposición de la Sociedad Rural de Palermo en 1881, con el éxito esperado y la expectativa de toda la gente de campo.

Luego aparecen los modelos metálicos que reemplazan a los de madera y en 1901 aumenta la eficiencia del sistema con el agregado del tanque australiano como complemento de gran utilidad.

Estas máquinas, muy simples y de bajo mantenimiento, resultaron un hallazgo transformador de la realidad rural y, lo que es mejor aún, por su sencillo funcionamiento marchan solas, incluso con poco viento

No hay que olvidar que fue a partir de la llegada de los molinos de viento a la Argentina y gracias a ellos que empezó a poblarse la Patagonia.

En los cascos de muchas estancias se destacan los

con enganche hidráulico de tres puntos. Esto permitió el diseño de equipos montados de mucha versatilidad, pero esta tecnología en Argentina sólo tuvo difusión en producciones intensivas de fruticultura, floricultura y vitivinicultura, pero no en la agricultura extensiva.

A partir del año 1950, los tractores agrícolas incorporaron definitivamente en toda la gama de potencia los motores de ciclo diesel y Argentina comenzó a fabricar tractores en el año 1955 aproximadamente (Fiat Córdoba).

Argentina fue el primer país latinoamericano que contó con fábricas instaladas de tractor y comenzó su fabricación nacional a partir de mediados de la década del ‘50. Del año 1955 al 1970 los tractores no cambiaron mucho su sistema constructivo, recién en los años posteriores a 1970, John Deere comenzó a fabricar en Argentina la línea 20, con dirección de potencia e hidráulico de centro cerrado, revolucionando los tractores en Argentina. Unos cuantos años antes (1959), ya John Deere comenzó a fabri-

No hay que olvidar que fue a partir de la llegada de los molinos de viento a la Argentina y gracias a ellos que empezó a poblarse la Patagonia.

molinos que lucen llamativos alardes de herrería artística. Entre las marcas más conocidas de los molinos fabricados en la Argentina figuran los Hércules, cuyas magníficas siluetas se elevan por encima de la Pampa Argentina.

## TRACTORES DE USO AGRÍCOLA.

Los tractores agrícolas con buenas prestaciones comenzaron a fabricarse en el mundo a partir de los años ‘30, con la aparición de los rodados neumáticos 1.930 Goodyear. Esto permitió diseños de tractores para funcionar a más velocidad con una relación menor de peso/potencia 100 kg/cv (año 1940).

El uso del tractor con neumáticos agrícolas comenzó a difundirse primero en Europa y en EE.UU., y recién comienza a adoptarse masivamente en Argentina unos cuantos años después.

Otro hito del diseño del tractor agrícola fue en 1944, con el desarrollo del tractor Massey Ferguson

car en Rosario el tractor John Deere 730 de 62 cv de potencia, con hidráulico de 3 puntos.

En la década del ‘75/’85, en Argentina, los tractores agrícolas adoptaron definitivamente el sistema hidráulico con accionamiento desde el puesto de comando llamado comúnmente “Hidráulico a Control Remoto”. Eso permitió la construcción de máquinas agrícolas más pesadas y de mayor tamaño (incremento significativo de la capacidad operativa). Los tractores adquirieron mayor potencia promedio y la relación peso potencia se redujo a 60 kg/cv, es decir, tractores más livianos y ágiles ya con dirección hidráulica.

En la década de los ‘80, en pleno auge de la labranza tradicional e inicio de la labranza vertical (cincel y cultivador de campo y vibro cultivador), se popularizó el tractor articulado de 4 x 4 y 8 ruedas iguales, conocido como Zanello Articulado 4x4 de 160 a 220 cv.

En esa época también se fabricaban tractores Deutz Fahr en Haedo, Provincia de Buenos Aires, en

Rosario Massey Ferguson y John Deere.

A partir de la década del '90, el tractor agrícola en Argentina adoptó mayoritariamente los motores con sobrecarga de aire a través de turbo y post-enfriado, conocido como "Intercooler", lo cual provocó un incremento de potencia del orden del 25%, al no aumentar el peso del tractor, la relación peso/potencia del tractor agrícola promedio argentino se redujo a 50 kg/cv.

En la década del '90 los tractores siguieron creciendo en potencia, pasando de 90 cv a 120 cv promedio y a partir del año 1998, con la adopción masiva de la Siembra Directa y la tolva autodescargable de 14 tn, los tractores crecieron en potencia superando en el año 2000 los 130 cv promedio del tractor agrícola, con alta exigencia de potencia hidráulica, con 2 y hasta 3 salidas de acoples hidráulicos.

A partir del año 2002, con la fuerte adopción de las sembradoras neumáticas, se generalizó la demanda de tractores con sistema hidráulico de centro cerrado, ideales para mover motores hidráulicos de las turbinas, TDP independiente, gran confort de cabina, mucha ergonomía en el puesto de comando y, en muchos casos, ya con autoguía satelital en forma experimental.

Con la generalización de la Siembra Directa continúa, a partir del año 2003 el tractor agrícola en Argentina es utilizado muy poco a nivel de productor con campo propio, lo emplea mucho el contratista de cosechadoras (casi un 40% del mercado actual tiene ese destino) y el otro usuario importante es el prestador de servicios de Siembra Directa (20%). En los dos casos requiere tractores de potencia superior a los 160 cv y en su gran mayoría de tracción asistida. El tractor articulado de 4 ruedas iguales presenta alta competitividad en potencia superior a los 200 cv y tiene menos de un 10% del mercado de tractores.

En resumen, el uso del tractor agrícola en Argentina en la rotación trigo/soja/maíz no se utiliza más de 2,0 hs/ha/año, ya que es empleado sólo en la siembra, en el acarreo de grano y fertilizante y durante la cosecha para traccionar una tolva autodescargable, ya que las pulverizaciones se realizan en un 80% con máquinas pulverizadoras autopropulsadas. Para ejemplificar mejor se indica que Brasil produce 130 mill/tn de grano con un mercado de 25.000 tracto-

res/año, Argentina produjo en el 2008 96 mill/tn con un mercado de 8.400 tractores y 32 M/ha de siembra anual en contra parte y Alemania con un área de siembra de 12 M/ha, de las cuales 5 M/ha son de pasturas, tiene un mercado de 29.000 tractores al año, es decir, Argentina presenta un muy bajo índice de tractorización.

#### Tractor del 2049.

¿Cómo será el tractor agrícola del año 2049? Para Argentina, el tractor agrícola del futuro será muy automatizado, con autoguía satelital (en un gran porcentaje, ya en el año 2015), con sistema de sensorización de todo tipo, lo cual obligará a tener un sistema de cableado eléctrico "Can Bus", un motor de baja emisión de gases contaminantes, con un sistema electrónico de provisión alta energía (kwa), supliendo la asistencia hidráulica, es decir que las máquinas traccionadas tendrán alta demanda de electricidad, los tractores de gran potencia no sólo tendrán doble tracción con ruedas iguales, sino que tendrán 3 ejes tractivos, con neumáticos altos, anchos y de baja presión (Tractor Fendt, Agritechnica 2007). El tractor del futuro será una usina eléctrica robotizada (Agritechnica 2007, John Deere tractor con asistencia eléctrica), autoguiado, con motores que funcionen con biocombustibles (Same 2008, Feria de Bologna Italia, lanzó el primer tractor comercial para biodiesel al 100%), de gran potencia del motor y dos tanques, 1 de gasoil y otro de Biodiesel puro. En el año 2009 fue lanzado por New Holland el primer tractor que funciona con motor a hidrógeno, es decir que ya existe y acaba de ganar la Medalla de Oro de la SIMA 2009.

El desarrollo del motor a Hidrógeno para uso agrícola, con cero emisiones, obtiene su energía de una "pila de combustible", que envía los electrones a un motor eléctrico de 106 cv que acciona las cuatro ruedas tractivas del tractor mediante un sistema de transmisión tradicional.

La idea es que el productor obtenga la energía de fuentes renovables, como ser el viento (molinos, eólicos), el sol (paneles), la descomposición de efluentes y biomasa (biogas), y la bioelectricidad a partir del biogas.

Con esa energía eléctrica el productor en el campo la convertirá en hidrógeno H2 mediante un proceso llamado electrólisis (separa el hidrógeno y el oxígeno como gas). Básicamente los insumos son agua y electricidad.

Se almacena el hidrógeno en grandes tanques con alta presión en la granja y está listo para ser utilizado como combustible libre y limpio.

El tractor tiene un tanque almacenador de energía (celdas de combustible), que generan electricidad para que funcionen los motores y los diferentes accesorios del tractor por sistemas tradicionales.

Es decir que en el futuro los productores con las nuevas máquinas a hidrógeno serán capaces de realizar todas las aplicaciones agrícolas con la energía que éste produce.

#### La chacra de energía independiente.

Hoy todavía el tractor New Holland NH2 es un prototipo, su costo no resulta competitivo (300.000 Euros) y además tiene una autonomía de 1.5 horas, lo cual lo hace poco práctico. La venta de estos tractores en Europa comenzará en el 2013 y el éxito dependerá de muchos factores, pero está claro que la tendencia de las chacras del futuro será cero imput de energía, la energía vendrá de la radiación, fotosíntesis, agua: bioenergía.

#### RESUMEN.

**1949.** Poco uso del tractor en Argentina. Dominio de la labranza y siembra con tracción por caballo.

**1955.** Comienzo de la fabricación de tractores en Argentina. Diesel pesados (Fiat Córdoba).

**1959.** John Deere lanza el tractor JD 730 (62 HP), que fabricó hasta el año 1971.

**1970.** Primer tractor John Deere fabricado en Argentina con dirección de potencia e hidráulico centro cerrado. Línea 20.

**1975.** John Deere lanza la línea 30.

**1980.** Crecimiento de la potencia, tractor para labranza tradicional y vertical articulado de 180 cv. Hidráulico de doble acople, más liviano, más velocidad. "Zanello". Este tractor de diseño totalmente argentino constituye un hito de la agricultura argentina.

**1990.** Aparición del turbo, más potencia, mejor relación kg/cv, mejores hidráulicos, dirección hidráulica generalizada.

**1998.** Aparición de la Siembra Directa, de las tolvas autodescargables. Tractor con hidráulico centro cerrado, más potencia y ergonomía, rodados más anchos. Caja de cambios sincronizada, alta y baja bajo carga.

**2003.** Tractores más ergonómicos, aparición de la autoguía satelital, predominio de la doble tracción y tracción asistida. Aparición generalizada de las cajas de cambio power ship.

**2007.** Nivel internacional, primer tractor con asistencia eléctrica, John Deere Alemania. Tractor Fendt con tres ejes tractivos, nivel internacional.

Claas/Renault lanza el sistema de autoguía con ejes electrónicos para guiar el tractor dentro de las hileras del cultivo.

**2008.** Same/Deutz Fahr, primer tractor comercial 100% para biodiesel. Italia.

**2009.** New Holland presenta el primer tractor con motor a hidrógeno.

Predominio total de la doble tracción, más potencia, turbo Intercooler. Uso popular del auto-guía RTK. Velocidad máxima 50 km/hora, frenos a disco en las 4 ruedas, ABS, cabina con suspensión programable, suspensión en el tren delantero del tractor, etcétera.

**2015.** Autoguía generalizado, 4x4 generalizado, más ergonomía, tractor *Can Bus*, sensorizado, autoguiado automático, 3 ejes, asistencia eléctrica de gran capacidad, maquinaria de alta exigencia de requerimiento eléctrico.

**2049.** Resulta muy difícil predecir cómo será el



tractor del 2049. Seguramente será un robot que realizará operaciones dirigidas, a través de señales programadas desde un software conectado con sistemas que hoy todavía no existen, su combustible no será petróleo fósil, aunque también puede ser que las máquinas sean en su gran mayoría autopropulsadas y el tractor vaya perdiendo protagonismo, como está ocurriendo en Argentina con la Siembra Directa, donde las pulverizadoras/fertilizadoras también serán autopropulsadas. Si aparecen tolvas autodescargables y sembradoras autopropulsadas, ya existen mixer autopropulsados o colocados

sobre camión, ¿alguien puede predecir cual será el uso del tractor en Argentina para producciones extensivas?

Seguramente el tractor seguirá siendo muy similar al actual en producciones intensivas fruti horticultura, pero en la agricultura y la ganadería extensiva el salto tecnológico será imprescindible, dado el gran desarrollo de las máquinas autopropulsadas de gran ancho de labor y alta capacidad operativa. ¿Cuántos años faltan para la aparición de sembradoras autopropulsadas?



1962 | TRACTOR FIAT R 60 | 60 HP | FABRICADO EN ARGENTINA DESDE EL AÑO 1955



1965 | TRACTOR DEUTZ 35 CV



TRACTOR JOHN DEERE 730, 62 HP | FABRICADO EN ARGENTINA DURANTE 1959 – 1971



1950 | PRIMEROS TRACTORES DIESEL QUE INGRESARON A ARGENTINA





1990 | APARICIÓN DE LOS MOTORES TURBO CARGADOS | MAYOR POTENCIA Y MENOS CONSUMO DE COMBUSTIBLE



DÉCADA DEL '80 | ZANELLO ARTICULADO, 160 HP | 4x4 DE 4 U 8 RUEDAS IGUALES, GRAN EFICIENCIA TRACTIVA Y EXCELENTE RELACIÓN PRECIO/PRESTACIÓN



1995 | APARICIÓN DE LA LÍNEA 30 DE JOHN DEERE



2003 - 2004 | TRACTORES PARA SIEMBRA DIRECTA | 150 HP, TRACCIÓN ASISTIDA, CIRCUITO HIDRÁULICO CENTRO CERRADO | FABRICADO EN ARGENTINA



2007 | TRACTOR JOHN DEERE EXPERIMENTAL CON ENTREGA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA ACCIONAMIENTO DE IMPLEMENTOS | AGRITECHNICA, ALEMANIA | "MEDALLA DE ORO"



2007 | FENDT EXPERIMENTAL DE 3 EJES TRACTIVOS | MÁS DE 500 CV DE POTENCIA





TRACTOR JOHN DEERE

LABRANZA EN ARGENTINA.

Época de mucho desarrollo de la mecanización debido a la fuerte introducción del tractor agrícola.

**1960/1975.** Labranza de inversión de suelo, cama de siembra refinada y sin cobertura de residuos.



DÉCADA DEL '80 | ARADO DE 5 REJAS GHERARDI CARACTERÍSTICOS DE LA LABRANZA PRIMARIA | DEMANDA DE POTENCIA DE 60 CV | POSTERIORMENTE, ESTOS ARADOS FUERON CRECIENDO EN TAMAÑO, LLEGANDO AL AÑO 1989 A FABRICARSE ARADOS DE REJAS EN ARGENTINA DE 22 CUERPOS | CON DEMANDA DE POTENCIA DE 300 CV

**1975/1995.** Veinte años donde conviven el arado de rejas con labranza vertical, arado de cinceles, cultivadores de campo.

**1995/2000.** Conviven la labranza vertical con la Siembra Directa y desde el 2000 en adelante la Siembra Directa domina el sistema productivo argentino.

SEMBRADORAS.

La historia también es muy rica en sembradoras en Argentina, ya que en 1949 había talleres de sembradoras, como Schiarre, Giorgi, Apache, Agrometal, Funca, Promi, Pierobon, Ochetti, Gherardi etcétera. Hasta Don Roque Vassalli, en 1958, fabricó una sembradora de maíz de 5 hileras. Eran talleres familiares de sembradoras que estaban trabajando reformando sembradoras importadas de 3 hileras. Entre estos pioneros se debe destacar Funca. Con la aparición de las fábricas de tractores en Argentina en 1955, creció la demanda y se comenzó la fabricación de sembradoras de 5 hileras a 70 cm. con placas alveoladas para maíz, poroto, girasol, arveja y maní. Tolvas de 20 kg. individuales, trenes de siembra con doble disco con asadas tapadoras, opcional sistema listas. Además, estas máquinas se adaptaban para carpir y aporcar (control de malezas mecánico). El levante de las máquinas era mecánico automático y requere-



ARADO DE DISCO MÚLTIPLE DE LA DÉCADA DEL '60 | 14 DISCOS PARA LABRANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA | CON CAJÓN SEMBRADOR TAMBIÉN SE USÓ COMO SEMBRADORA DE PASTURA Y TRIGO | DÉCADA DEL '80



DÉCADA DEL '80 | ARADO DE CINCELES CON CUCHILLAS, REJAS ALADAS Y PEINE NIVELADOR | LABRANZA PRIMARIA Y CONTROL DE MALEZAS EN BARBECHO | GRAN DIFUSIÓN DE LA LABRANZA VERTICAL PARA REALIZAR AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN CON RASTROJO EN SUPERFICIE, QUE LUEGO FUE REEMPLAZADA DEFINITIVAMENTE POR LA SIEMBRA DIRECTA CONTINUA, A PARTIR DEL AÑO 2000

rían potencia de 18 HP aproximadamente. Un agropartista que fabricaba los levantes automáticos fue Peirano. El peso para 5 hileras era de 850 kg y la velocidad de siembra de 5 km/hs. Éstas eran las sembradoras de la década del '60 en Argentina y varios fabricantes superaron las mil unidades de fabricación (modelo 5 hileras). En el año 1956 se crea el INTA y se comienza a investigar la eficiencia de implantación, en esa época con camas de siembra con labranza.



1990 | GRAN DIFUSIÓN DEL CULTIVADOR DE CAMPO PARA REALIZAR LABRANZA MÍNIMA CON RASTROJO EN SUPERFICIE, SU UTILIZACIÓN LLEGÓ HASTA LOS AÑOS 1998/1999



1985 | DIFUSIÓN DEL VIBROCULTIVADOR PARA PREPARACIÓN DE CAMA DE SIEMBRA, RABASTO NIVELADOR, BRAZOS EN "S" VIBRADORES Y ROLLO DESTERCONADOR

En la misma década se comenzaron a fabricar sembradoras de grano fino (trigo, cebada, avena, lino y pasturas) con 20 a 24 y 28 hileras a 15 cm. de separación, con ruedas de hierro de gran diámetro, distribuidor a chorrillo de roldana o rodillo, con variación de velocidad con engranaje y cadenas en el primer caso y apertura del rodillo en el segundo. El tren de siembra siempre se caracterizaba por tener disco cóncavo y zapata, y algunas cadenas de ajuste para el tapado de la semilla. Algunos productores



1987 | RASTRA DE DISCOS DE PAQUETES DESENCONTRADOS, GRAN DIFUSIÓN | PREPARACIÓN DE CAMA DE SIEMBRA, INCORPORACIÓN DE HERBICIDA DE PRESIEMBRA Y CON CAJÓN SEMBRADOR, SE UTILIZÓ PARA SIEMBRA DE TRIGO Y VERDEOS DE INVIERNO Y VERANO



también sembraban sorgo con este tipo de sembradoras. En 1963 aparece la primera sembradora Agrometal de grano fino ST 6028, 28 hileras a 15 cm, doble levante mecánico, rueda de hierro y tiro para tractor.

Las primeras sembradoras comerciales en Argentina para Siembra Directa se desarrollaron en los años 1972/1975, donde Agrometal, Schiarre, Gherardi, Migra, Pierobon, Giorgi, Ochetti, entre otros, comenzaron a presentar modelos de máquinas con ciertas prestaciones competitivas. Hasta esa fecha la Siembra Directa se venía haciendo con máquinas importadas, adaptadas, ya sea John Deere, Semeato, entre otras marcas.

La Siembra Directa en Argentina, en el año 1978, tenía solamente 100.000 hectáreas y representaba sólo el 0.02% del área de siembra. Ya en el año 1993 el área de Siembra Directa creció a 800.000 ha. En el año 1992 comenzaron los Congresos Nacionales de AAPRESID y se consolidó una red de productores, empresas e investigación pública, que favorecía económicamente el desarrollo de la Siembra Directa en Argentina. La Siembra Directa comenzó a desarrollarse en Argentina muchos años antes, entre otras cosas por la capacitación de varios técnicos de INTA en la Universidad de Kentucky. Dr. Grant Thomas cultivó una amistad y relaciones técnicas

con muchos productores argentinos, que luego tuvieron un fuerte protagonismo en el desarrollo de AAPRESID. En 1972 el INTA Marcos Juárez ya utilizaba una sembradora Agrometal de 5 hileras con cuchilla de corte Ripple de 18 pulgadas (primeros ensayos de Siembra Directa). En 1974 la EEA Marcos Juárez y su equipo de técnicos capacitados en Siembra Directa comenzaron a utilizar la sembradora Migra de Siembra Directa con cuchilla lisa, con patín, quilla de succión en el azadón, rueda apretadora de semilla y doble rueda alveolada de cierre de surco. Una sembradora revolucionaria que se utilizó mucho y con pequeñas modificaciones se emplea todavía.

En 1997 a 3,8 m/ha, en el 2001 a 11 m/ha, en el 2003 a 16 m/ha y en el año 2008 a 23 m/ha, representando más del 73% del área de siembra.

Queda claro que la difusión de la Siembra Directa vino de la mano de dos hitos:

→ El fuerte desarrollo competitivo del cultivo de soja en Argentina a partir de la década del '80 (año 1982: 2,04 m/ha, año 1992: 5 m/ha, año 2008: 71,6 m/ha)

→ El aporte de la biotecnología (soja RR resistente a glifosato, 1996), que facilitó el control de malezas

perennes (gramon, sorgo de alepo) y redujo costos paralelamente.

Se produjo en esos años en Argentina un fuerte desarrollo de las sembradoras (nuevos trenes de siembra) a partir del año 1983 (Agrometal TX), lo cual constituyó un factor decisivo en la evolución de Siembra Directa en Argentina. La aparición de las máquinas pesadas con trenes de siembra con doble disco, doble rueda limitadora, apretadores de semilla y doble discos escotados de tapado fue un hito de desarrollo de la Siembra Directa y el cultivo de soja en Argentina. Desde el punto de vista mecánico de la Siembra Directa, Argentina manejó en un principio importador de conceptos fundamentalista de suelo, lo cual indicaba que la mejor sembradora de Directa era aquella que sembraba sin dejar “rastros” en la cobertura. Esto limitaba la eficiente implantación, luego se evolucionó en el concepto y se valoró la eficiente implantación, lo que requiere

se requirió poner fósforo (generalmente fósforo monoamónico) en la línea de siembra y el nitrógeno posicionado. Allí nacen las sembradoras de grano grueso con doble fertilización.

Otro hito de la Siembra Directa y la eficiencia de corte de rastrojo sobreabundante y húmedo sobre suelos sin resistencia, lo constituye (desde EE.UU.) la introducción de la cuchilla turbo, convenio entre Great Plains/Agrometal e Ingersoll.

En la década del '90, para la siembra de grano fino/soja, aparece una máquina sembradora mono-disco John Deere 750, que luego Tanzi y otras marcas fabricaron en Argentina. Se venden unas 2.000 sembradoras de este tipo de tren de siembra, que luego a partir de 1998 son equipadas con cuchillas turbo, kit de adaptación de cuchillas VHB y otros. En esa época (década del '90), se generalizaron los contratistas de siembra y los pools de siembra que demandaban servicios y alto movimiento de maquinaria agrícola, y aparecieron masivamente las sembra-

En el año 1956 se crea el INTA y se comienza a investigar la eficiencia de implantación, en esa época con camas de siembra con labranza.

de un eficiente corte del rastrojo, una pequeña remoción en la línea de siembra y algo de remoción en el tapado de la semilla. Eso llevó a un fuerte desarrollo de la industria local de sembradoras.

La facilidad y la eficiencia de siembra logradas fueron muy importantes: se aumentó la capacidad operativa, llegando a superar las 3,5 ha/hs en promedio de siembra de soja/maíz sobre abundante cobertura en superficie.

A mediados de la década del '90 se comenzaron a difundir los “kit barredores de rastrojo” (VHB 1992), los discos escotados de tapado y la colita de plástico como apretadora de semilla. En esa época también se comenzó en Argentina con los requerimientos de fertilización en las máquinas sembradoras, primero fertilización simple (Urea o Fosfato Diamónico NP) a un costado y por debajo de la semilla (cuchilla inclinada Agrometal), lo que requirió de desarrollo de discos plantadores de fertilizantes y mayor peso de las máquinas. Posteriormente

doras de grano grueso de 4 ruedas directrices y tiro de punta, o bien auto trailer en menor escala, lo cual facilitaba el movimiento y el traslado de las sembradoras de un campo al otro (versatilidad de transporte). Desde principios de la última década (2000) hasta la fecha (2009), las grandes innovaciones estarían dadas por la adopción definitiva y masiva de los distribuidores de semilla neumáticos para el maíz y el girasol, el mejor “planteo de la soja” y, por supuesto, los sistemas de siembra variable con posicionamiento satelital.

En el año 1998 ya en el INTA Manfredi, Agrometal y D&E sembraban con dosificación variable con equipos Rawson Accu-Rate, posteriormente Verion junto con Agrometal e INTA Manfredi, ya en el año 2000, trabajaron con equipos de doble y triple variación geoposicionada de semilla y doble fertilización, desarrollo totalmente nacional.

En el año 2000 también se generalizó el monitoreo de semilla y fertilizante con monitores electrónicos que



indican anomalías de siembra. Ahora ya graban y trazan las operaciones y hasta alertan por conexión de celular las anomalías de la sembradora. Los pioneros en Argentina fueron D&E, Abelardo Cuffia, Landtech, y TIM Agrometal, entre otros. En la actualidad, no se concibe una sembradora de Siembra Directa de gran tamaño sin un monitor de siembra (y el 100% de los monitores son de fabricación nacional). En el año 2006 aparecieron los primeros banderilleros satelitales que con señal RTK de base estacionaria pueden trabajar con errores de autoguía de siembra con tolerancia aceptable de más o menos 15 cm, y hoy ya existe una cantidad respetable de grandes sembradoras que trabajan en Argentina con autoguía satelital. La agricultura argentina tuvo un fuerte desarrollo a partir del año 2002 y se refleja en las ventas de sembradoras y el monto de inversión, ya que crecen en kg/hileras en capacidad de tolva (mono tolva de semilla y fertilizante), en número de hileras, en equipamientos de simple y doble fertilización, en equipamiento electrónico para Agricultura de Precisión y hoy existen en Argentina más de 15 buenos fabricantes de monitores de siembra y dosificación variable. Al 2009, en Argentina existen en capacidad de funcionamiento unas 20.000 sembradoras de Siembra Directa de grano fino (soja, trigo, pasturas, sorgo) y unas 22.000 máquinas sembradoras de

AÑO	CANTIDAD DE UNIDADES	MONTO EN M/US\$
2000	2600	68
2001	2800	70
2002	3500	80
2003	5220	115
2004	5700	120
2005	4800	120
2006	4700	120
2007	4700	160
2008	3700	150

CUADRO 8 | FUENTE: INTA MANFREDI

Siembra Directa para grano grueso (maíz, girasol, soja, sorgo) y, en algunas ocasiones, trigo a 26 cm. entre hileras, es decir que en la actualidad existen unas 42.000 sembradoras de Siembra Directa en Argentina con capacidad operativa, habiéndose ya reemplazado y abandonado las primeras máquinas de siembra dentro de la década del ‘90. Para ser justo y reconocido con el desarrollo de la mecanización de Siembra Directa, es loable reconocer que las sembradoras argentinas se inspiraron mucho en máquinas americanas (EE.UU.) y dentro de ello se deben hacer algunos reconocimientos al Ing. Dwayne Beck de South Dakota, a las fábricas Yetter de agropartes de John Deere y a la fábrica de sembradoras Great Plains de EE.UU., verdaderos innovadores de equipos de Siembra Directa.

MERCADO DE SEMBRADORAS Y EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS.

MERCADO DE SEMBRADORAS Y EVOLUCIÓN DE LAS VENTAS		
AÑO	SIEMBRA DIRECTA	CONVENCIONAL
1978	1%	99%
1997	53%	47%
2006	97%	3%
2008	100%	0%

CUADRO 9 | FUENTE: INTA MANFREDI

Se evidencia que, a partir del año 2006, las ventas de sembradoras en Argentina son para Siembra Directa. En fabricación de sembradoras, Argentina también tiene una rica historia que la lleva al año 2008 con más de 65 fabricantes, satisfaciendo nichos de mercado de todo tipo dentro y fuera del país. En el 2008, Argentina exportó 305 sembradoras con una evolución muy importante. Como las sembradoras exportadas a Rusia/Kazakhstan/Ucrania superan y duplican a las del resto de los países, el valor porcentual del número de maquinaria no valora totalmente la importancia de estos países como demandantes.

DESTINOS PORCENTUALES DE UNIDADES EXPORTADAS	
2002	15
2003	25
2004	60
2005	80
2006	110
2007	270
2008	305

CUADRO 10 | FUENTE: CIDETER | 2008

DESTINOS PORCENTUALES DE UNIDADES EXPORTADAS	
URUGUAY	41%
RUSIA	17%
KAZAKHSTAN	13%
VENEZUELA	6%
UCRANIA	6%
BOLIVIA	3%
FRANCIA	3%
PARAGUAY	3%
PAÍSES BAJOS	3%
ITALIA	2%

CUADRO 11 | FUENTE: CIDETER | 2008

DESARROLLO CRONOLÓGICO DE LAS SEMBRADORAS EN ARGENTINA.

1949. Muchas sembradoras importadas de grano fino y grueso traccionadas a caballo de 3 hileras para maíz. Muchos talleres que reparaban y modificaban sembradoras.

1955. Comenzaron a fabricarse las primeras sembradoras de grano grueso de 5 hileras (70 cm) y 24 hileras (15 cm) de grano fino a chorrillo para tractores de 40 a 60 cv con motores diesel.

1958. Sembradora Vassalli de 5 hileras con placa monograno doble disco combinado para carpir y aparcar. Placa de maíz, girasol, maní, otros cultivos.

1961. Se comienzan a fabricar sembradoras de grano fino de ruedas de hierro para tractor de hasta 28 hileras a 15 cm de distancia.

1970. Se producen las primeras sembradoras de grano grueso pesadas, que luego con modificaciones comenzaron con la Siembra Directa. Siembra Directa 1972 78.000 ha en Argentina.

1972. Primeras sembradoras de grano grueso con prestaciones para sembrar sin labranza. Schiarre, Agrometal, Migra, Giorgi, Apache, entre otras. Primeras sembradoras mono tolva de 7, 10 y 14 hileras a 70 cm, plegables tipo libro las últimas.

1980. Un gran impulsor de la Siembra Directa en el mundo, el Ing. Bertini fabrica su primera sembradora de Siembra Directa, muy pesada y con cuchilla de corte Wave.

1980/1982. Distribuidores neumáticos por succión (importadas). Gherardi, Agrometal, Giorgi, entre otras. Nodet, Rau, Monosem, respectivamente. La primera sembradora neumática de Argentina fue la Monoair, de Juan Hummel, en el año 1979.

1989/1990. Introducción de Semeato TD 400 de parte de Cargill.

1989/1990. Verdadero avance en sembradoras para Siembra Directa tanto en grano fino como en grano grueso. Agrometal, Schiarre, Crucianelli, Pierobon, Apache, Giorgi, Migra, Gherardi, Bertini, entre otros. Cuchillas de corte y remoción Wavi, Ripple, Multi Wavi, Bubbe y lisa con patín Migra. Doble disco, doble rueda limitadora y doble rueda tapadora.

1989. Intersembradora Gherardi soja/trigo.

1990. Cuchillas localizadoras de fertilizante localizado (cuchilla inclinada Agrometal).

Aparición del monodisco John Deere/Tanzi, solu-

ción para el inicio de Siembra Directa.

**1992.** Primer Congreso de Siembra Directa de AAPRESID.

**1993.** VHB presenta como agroparte los primeros barredores de rastreo, kit para toda sembradora de grano grueso.

**1994/1995.** Barredores de rastreo, Agrometal como equipo de serie.

**1996.** Aparición de la cuchilla turbo. Agrometal, Ingersoll, Great Plains. Coincide con la soja RR y el despegue de la Siembra Directa en Argentina.

3 m/ha de Siembra Directa.

**1997.** Agricultura de Precisión en siembra y fertilización. D&E/Agrometal/INTA.

**1999.** Generalización de la fabricación de Monitores de Siembra Interactivos.

**2001.** Primeros desarrollos en dosificación variable en Argentina. Verion/Agrometal/INTA.

**2004/2005.** Sembradoras para intercultivo Choulet/Pla. Permite hacer doble cultivo primavera, verano, otoño.

**2006.** Primeros equipos autoguía satelital para siembra RTK. D&E/Trimble, John Deere, Case, Agco.

**2009.** Primera sembradora neumática y dosificación variable accionada totalmente eléctrica, Schiarre. Doble motor eléctrico por hilera.

**2015.** Sembradoras de precisión que se autorregulan de acuerdo con sensores de humedad de suelo, aumento de la velocidad de siembra con aumento de precisión de localización de la semilla (distancia y profundidad), fertilizante líquido concentrado, sólido con lenta disponibilidad micro elementos, mejor electrónica de control de los equipos, software aditivos que regulen dosificación variable de semilla, espaciado, fertilización variable, trazabilidad metro por metro de semilla y fertilizante aplicado,

software de superposición de pasadas, autoguía de siembra, eliminación del marcador mecánico, mejora en el corte de la cobertura del suelo, mejora en la fijación de la semilla, mejora en los distribuidores y caños de bajada, las sembradoras de grano fino (soja/pasturas) e inclusive las de grano grueso tendrán un solo tanque de semilla y fertilizante, lo cual facilita la reposición y amplía la autonomía. *Air Drill* de siembra y/o llenado de placa monograno.

Las sembradoras del 2015 tendrán en un alto porcentaje accionamiento eléctrico, la limitante será el tractor generador, el sistema de traslado será muy importante en cuanto a la seguridad (luces, frenos, normas IRAM), el traspaso de trabajo a transporte no demandará más de 5 minutos de una sola persona, toda la electrónica tendrá que ser con sistema Can Bus, los rodados serán todos de alta flotación (baja presión), los diseños y la construcción de las sembradoras tendrán nuevos materiales, en muchos casos biomateriales, polímeros, pero las sembradoras para Siembra Directa seguirán siendo pesadas.

La sembradora del año 2049 resulta difícil imaginarla, pero sin duda responderá a paradigmas muy distintos de los actuales, casi con seguridad la semilla llevará consigo todo lo necesario para que se transforme en plántula normal, protección contra stress, contra insectos de suelo y enfermedades, tendrá macro y micro elementos disponibles de liberación lenta y estará distribuida equidistantemente y a igual profundidad, o sea sin competencia intra específica. El bien más escaso será definitivamente la tierra, el m<sup>2</sup> de captación de agua y el m<sup>2</sup> de captación de radiación. La genética y la biotecnología tendrán un avance cualitativo inimaginable: las semillas tendrán un valor relativamente muy superior al actual 0,0035 U\$/semilla de maíz con 4 genes aplicados (EE.UU.). Uso de la tierra muy competitivo y costoso. Manejo preciso por ambiente. Genética/biotecnología con genes específicos aplicados (semilla para cada ambiente), con facilidad de control de malezas, autodefensa de enfermedades y plagas, genes de calidad específica, genes de eficiencia de uso del agua y nutrientes, etc.

Todo ello indica que dentro del m<sup>2</sup> de suelo utilizado, las plantas de los cultivos deben tener una ubicación espacial que permita captar eficientemente la radiación, el agua y los nutrientes, sin

generar competencia intra específica. Esto significa que la sembradora tendrá que ser mucho más precisa que las actuales y los desarrollos serán globales, nadie podrá competir con diseños y fabricaciones locales, el mercado de cualquier fabricante será el mundo y el diseño y la fabricación serán interdisciplinarias e internacionales, habrá equipos de diseños virtuales interconectados.

El desarrollo de la sensorización y las comunicaciones posibilitará superponer datos GIS en tiempo real y esto permitirá extraer conclusiones de alta utilidad, técnica que derivará en el logro de nuevos avances productivos hoy inesperados. Mientras la población mundial crece en requerimiento de cantidad y calidad de alimentos, la ciencia y la tecnología lo deben hacer paralelamente, cualquier desfase puede generar problemas de mercado y un encarecimiento prohibitivo para los alimentos.

Aunque también se sabe que con tecnología sola no se acaba con el hambre en el mundo, éste no se da por falta de alimento, sino por inequidad en la distribución de las riquezas, es decir que existe otro carril (el social) que no debe quedarse estancado en su desarrollo.

De a poco se va entendiendo que el mundo es uno solo, que el alimento desperdiciado por un habitante

de cualquier parte del mundo puede satisfacer las necesidades mínimas de otro semejante y que el gas invernadero que emitió por sobre quemar combustible fósil, por sobre quemar carbono del suelo, por sobre calefaccionar, o por sobre refrigerar, contamina a todos, inclusive a los que viven de manera amigable con el ambiente. El desafío del 2049 será alimentar al mundo sin agredir el ambiente.

Producir alimentos de manera sustentable en el 2049 será una prioridad global muy superior a lo que es hoy. Estoy plenamente convencido de que la ciencia agropecuaria, agroindustrial primaria, de transformación y de industrialización secundaria que llega a las góndolas, cada día se fijará más en el sistema de manejo de cultivos sin labranza con cobertura permanente, llamado en el mundo Siembra Directa, sistema en el que Argentina hoy es líder mundial en desarrollo, adopción y exportación de *know how*. Nadie debe creerse dueño exclusivo de este éxito, todos y cada uno de los integrantes de la red público/privada de Siembra Directa de Argentina saben cuánto y cómo contribuyen para este éxito, quedando en claro que el funcionamiento en red fue y será la base del éxito. El 2049 nos debe encontrar con una red fortalecida y globalizada, para el bien de todos.



SEMBRADORA AGROMETAL T-5 PARA SIEMBRA DIRECTA, UTILIZADA EN LOS ENSAYOS DE LARGA DURACIÓN DESDE EL AÑO 1974 EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA MARCOS JUÁREZ | CUCHILLA DE CORTE, UNA REJA, AZADÓN, RUEDA APRETADORA DE SEMILLA Y AZADAS TAPADORAS



SEMBRADORA MIGRA PARA SIEMBRA DIRECTA UTILIZADA EN LOS ENSAYOS DE LABRANZA DE LARGA DURACIÓN DESDE EL AÑO 1976 EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA MARCOS JUÁREZ | CUCHILLA DE CORTE CON PATÍN LIMITADOR DE PROFUNDIDAD, AZADÓN CON QUILLA DE SUCCIÓN, RUEDA APRETADORA DE SEMILLA Y DOBLE DISCO ESCOTADO COMO TAPADOR | DISTRIBUIDOR DE SEMILLA CON PLACA INCLINADA, UN HITO PARA LA SIEMBRA DIRECTA EN GRANO GRUESO





1989/90 | SEMBRADORA SEMEATO | GRANO FINO TRIGO/PASTURAS CON FERTILIZACIÓN EN LÍNEA



DÉCADA DEL '90 | GRAN DIFUSIÓN DE LAS SEMBRADORAS DE SIEMBRA DIRECTA PARA GRANO GRUESO Y FINO DE FABRICACIÓN NACIONAL



1996 | SEMBRADORA DE GRANO FINO/SOJA JOHN DEERE 750, MONODISCO 1993) | KIT VHB DE CUCHILLAS TURBO



1996 | APARICIÓN DE LA CUCHILLA TURBO DE CORTE Y REMOCIÓN



2002 | TREN DE SIEMBRA DE GRANO FINO/GRUESO CON SIEMBRA MONOGRANO DE SOJA



2007 | SEMBRADORA AUTOPROPULSADA PLA CON SISTEMA DE INTERSIEMBRA CHOLET PARA EL MANEJO DE INTERCULTIVOS DE GRANO GRUESO (SIEMBRA DE SOJA EN DOBLE HILERA A 35 CM EN MAÍZ EN FLORACIÓN A 1,05 M)



2009 | SEMBRADORA DE GRANO GRUESO NEUMÁTICA SCHIARRE CON MOTOR ELÉCTRICO DE ACCIONAMIENTO DE TURBINA Y MOTOR ELÉCTRICO DE MANDO CINEMÁTICO EN CADA CUERPO. DOSIS VARIABLE DE SEMILLA Y FERTILIZANTE, SISTEMA CAN BUS, TODO ACCIONADO ELÉCTRICAMENTE

## PULVERIZADORAS.

### PULVERIZADORAS PARA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Las primeras pulverizadoras en Argentina fueron de tracción a caballo, “Berini”, con bomba a pistón accionada por la rueda de la pulverizadora a través de una biela manivela. Estas máquinas aplicaban insecticidas fosforados y herbicidas 2,4 D. Las máquinas tenían tanques de 300 a 400 litros y una barra porta pico de 6 m de ancho. Luego en la década del ‘60 en Argentina aparecieron las aplicadoras de agroquímico, que se accionaban por la presión generada por el escape de los tractores. Este sistema era muy peligroso por la

contaminación y la deriva que ocasionaba, y además se destacaba por la poca o nula eficiencia de aplicación, como así también por generar problemas mecánicos a los motores. Luego, unos años después (1965), aparecieron las primeras pulverizadoras de arrastre con levante a 3 puntos, ya con bombas de pistones o membranas, algunos de ellos de origen francés, “Berthouh”. Posteriormente en Argentina se comenzaron a fabricar las pulverizadoras de arrastre de 600 litros de capacidad. “Barbuy” (de Bell Ville), entre otros, fue uno de los primeros fabricantes de Argentina. Ya en el año 1972, Metalfor (Luis Dadomo) fabricó la primera pulverizadora de 600 litros de arrastre con bomba y regulación de presión, idéntica al circuito de pulverización actual. En 1974, Víctor Hugo Pla fabricó su primera pulverizadora autopropulsada, con dos ruedas motriz, tanque de 1.600 litros, bomba de 3 pistones, ancho de labor 20,30 m, motor Ford Naftero V8, caja de 4 velocidades, cabina panorámica y suspensión delantera independiente, Twin Bean. En 1979 Metalfor, fabricó el primer equipo autopropulsado de 1.500 litros con cabina semejante a una avioneta y lo apodaron “mosquito”. Posteriormente, desde el año 1980 en adelante, dominaron el mercado las pulverizadoras de arrastre para aplicación de herbicidas Treflan incorporado y herbicidas hormonales post emergentes. Aparecieron en esos años los fungicidas y los primeros herbicidas pre emergentes aplicados al suelo como la Atrazina y los de contacto tipo Basagran con el nacimiento de la soja en Argentina (2 mill/ha) en el año 1982. Se comenzó a aplicar mucho agroquímico y se llegaron a vender, en los años ‘90, más de 3.000 máquinas pulverizadoras de arrastre por año y unas 200 pulverizadoras autopropulsadas. En esa época también se desarrolló mucho la aeroaplicación. Allá por el año 1982/83, conjuntamente con el desarrollo del cultivo de soja en Argentina, comenzó también a aparecer el herbicida glifosato, un herbicida total muy efectivo, que se utilizaba para el control de malezas en alambrado y control de malezas en barbecho químico. En 1982 (200.000 ha de Siembra Directa), solamente unos años después, se empezó a utilizar el glifosato con herbicida



postemergente en cultivos como maní, para el control posicional de sorgo de alepo, la principal maleza de esa época, y eso se realizaba con un equipo de sogas embebido con glifosato, que funcionaba por contacto con glifosato al 33% de dilución con agua, Luego, la industria nacional desarrolló el equipo Bikini, y Barbuy posteriormente un equipo de rodillo embebido en glifosato. La selectividad del glifosato se lograba por posicionamiento de la aplicación. En el año 1997 se vendieron 2.800 pulverizadoras de arrastre y 535 autopropulsadas, luego vino la época mala (crisis adquisitiva) y se vendieron menos pulverizadoras pero de mayor capacidad. Aparecieron la suspensión neumática en las autopropulsadas, los banderilleros satelitales, las computadoras interactivas de aplicación, los picos quintuples y las autopropulsadas comenzaron a ganar espacio en detrimento del avión y las pulverizadoras de arrastre. Se generalizaron los prestadores de servicio de pulverización con tanque de apoyo, y ya en el año 2003 se vendieron 760 autopropulsadas contra 2.800 de arrastre. Cambiando totalmente la proporción del 1997, en el año 2007 se venden sólo 1.400 máquinas de arrastre y 1.200 autopropulsadas. La tendencia a la desaparición de productores chicos como demandantes de equipo se acentuó y la alta disponibilidad de prestadores de servicios, sumado a la diferencia tecnológica que posee una máquina autopropulsada (mayor ancho, menos pisado de lote, mayor agilidad y capacidad operativa que duplica a la de arrastre, la alta velocidad de recarga y cambio de lote, el banderillero satelital, la computadora interactiva, los picos quintuples, la nueva computadora interactiva, la computadora de dosificación variable de fertilizante, las casillas meteorológicas inteligentes, etcétera), hicieron que las máquinas pulverizadoras de arrastre tendieran a perder competitividad a un ritmo muy acelerado. El avión se mantuvo en 600 máquinas aplicadoras de manera constante en los últimos años. Los aviones crecieron en capacidad de carga y calidad de aplicación y cubrieron un nicho de mercado específico. Esta tecnología de fabricación de pulverizadoras autopropulsadas es también desarrollada en Argentina y se exporta a 9 países del mundo a un ritmo creciente.

EXPORTACIÓN DE PULVERIZADORAS AUTOPROPULSADAS.

A QUE PAÍSES SE EXPORTAN PULVERIZADORAS AUTOPROPULSADAS	
2002	7 MÁQUINAS
2003	4 MÁQUINAS
2004	15 MÁQUINAS
2005	21 MÁQUINAS
2006	16 MÁQUINAS
2007	31 MÁQUINAS
2008	130 MÁQUINAS

CUADRO 12 | FUENTE: ELABORACION PROPIA

A QUE PAÍSES SE EXPORTAN PULVERIZADORAS AUTOPROPULSADAS	
AUSTRALIA	35%
URUGUAY	24%
KAZAKHSTAN	17%
UCRANIA	10%
BOLIVIA	5%
PAÍSES BAJOS	3%
FRANCIA	2%
RUSIA	2%
VENEZUELA	2%

CUADRO 13 | FUENTE: ELABORACION PROPIA

RESUMEN DE LOS AVANCES EN PULVERIZADORAS I ARRASTRE, AUTOPROPULSADAS Y AVIÓN.

Aplicación de agroquímicos y fertilizantes líquidos.

**1949.** Muy poco agroquímico, algunos de ellos en polvo (clorados), herbicidas hormonales primitivos. Poca calidad de aplicación. Pulverizadoras traccionadas a sangre, de Berini.

**1960.** Pulverizadoras llamadas turbión con presión de escape de los tractores.

**1965.** Primeras pulverizadoras importadas y nacionales (Barbuy) con barrales, de poca capacidad de tanque. Circuito hidráulico idéntico al actual.

**1972.** Ya se fabricaban pulverizadoras de arrastre de 600 litros, Metalfor.

**1974.** Víctor Hugo Pla fabrica el primer pulverizador autopropulsado con 1.600 litros y 20,3 m de ancho de trabajo. Esta máquina da origen a las actuales.

**1979.** Primeras pulverizadoras autopropulsadas de Metalfor, 1.500 litros, motor Diesel.

**1980.** Aparecen muchos y nuevos agro-insumos, se comienza con la soja, Monsanto, Atrazina, Basagran, herbicidas fosforados. Se venden muchas pulverizadoras de barrales de arrastre de 1.500 hasta 2.000 litros.

**1981.** Aparece el glifosato y con él, el equipo de soja y el rodillo de Barbuy. Sogas: Aprile de 7 m de ancho y Escoba, otra marca. También en esa época aparecen los aplicadores centrífugos de gota controlada Agua Cero “Héctor Huergo” y los equipos Delavan para aplicación de herbicida pre emergente en banda. Atrazina en maíz, equipo aplicado en la sembradora.

**1993.** Comienza a desarrollarse el cultivo de soja y la Siembra Directa, 5 M/ha y 800.000 ha, respectivamente. Pulverizadora autopropulsadora con barrales con túnel de viento, primeras computadoras interactivas. Se comienza una nueva etapa de la agricultura argentina, crece la escala del productor medio. Aparecen los prestadores de servicio de pulverizadoras autopropulsadas.

**1998.** Ya se marca una tendencia de crecimiento tecnológico en las máquinas pulverizadoras autopropulsadas. **Agricultura de Precisión:** Aparecen los banderilleros satelitales, las computadoras interactivas, los tanques de 2.800 litros y las pulverizadoras autopropulsadas, ganan espacio los contratistas (550 máquinas/año).

**2002.** Se consolida la tecnología de banderillero satelital en autopropulsadas, las computadoras, los picos quintuples, la suspensión neumática, y crece la venta de autopropulsadas a 760 máquinas/año. Primeros trabajos de aplicación de fertilizante líquido con autopropulsadas y de arrastre. Comienza a crecer el diámetro de las ruedas de las autopropulsadas y de arrastre, 32, 36 y 42 pulgadas. Los barrales de las pulverizadoras crecen en ancho, crece la autonomía, crece la velocidad de aplicación (neumáticos de mayor diámetro), aspersión neumática.

**2004.** Se comienzan a exportar máquinas pulverizadoras a diferentes países del mundo. Se empiezan a aplicar masivamente los fertilizantes líquidos con autopropulsadas ya con lectura de NDVI, N Sensor, y a trabajar con el Green Seeker. Crece el ancho de barral hasta 28 metros.

**2006/2007.** Aparecen las computadoras masivamente para dosis variable con prescripción para fertilizante, ya con sensores NDVI. Algunas auto-guías de pulverizadores y casilla meteorológica sobre la computadora. Aparecen algunos tanques de acero inoxidable. Comienza a crecer el tamaño de las pulverizadoras autopropulsadas y de arrastre en capacidad de tanque y ancho de barrales.

**2007/2008.** Aparecen los *software* de corte por superposición, se generalizan los nuevos picos pulverizadores anti deriva. Se generaliza la aplicación de fertilizante líquido con autopropulsadas. Aparecen los nuevos equipos con 3.500 y 4.000 litros con motor delantero y barrales con sensores autonivelantes por ultrasonido. Aparecen algunas máquinas nacionales con el kit de sistema de fertilización líquida.

**2008.** Récord de exportación de autopropulsadas, 130 máquinas a más de 9 países.

**2020.** El futuro de la pulverización tendrá siempre un mismo objetivo, llegar al blanco, fin a lograrse con la utilización de toda aplicación de agroquímicos, llegar al objetivo con la mayor cantidad de principio activo aplicado con poder insecticida,

fungicida y herbicida, provocando un control específico de la plaga, maleza o enfermedad con el menor daño ambiental, preservando los insectos benéficos, la biodiversidad y la salud del operador y la de la población aledaña.

2049. Son inimaginables los avances que se evidenciarán en materia de pulverización, porque la biotecnología (genética con resistencia es inimaginable), el desarrollo de nuevos productos, dosis, caudal, penetración, etcétera, son también inimaginables.



1971 | PULVERIZADORA DE ARRASTRE METALFOR DE 2000 LITROS, BARRAL DE 18 M



1974 | PRIMER PULVERIZADOR AUTOPROPULSADO PLA | MOTOR NAFTERO, SUSPENSIÓN DE LANTERA INDEPENDIENTE, TANQUE DE 1600 LITROS DE CAPACIDAD, 20,3 M DE ANCHO DE BARRAL | COMIENZOS DE UN CAMBIO DE PARADIGMA EN LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN ARGENTINA | PAULATINAMENTE ESTAS MÁQUINAS FUERON CRECIENDO EN SU ADOPCIÓN SOBRE LA APLICACIÓN CON PULVERIZADORES DE ARRASTRE Y LA APLICACIÓN AÉREA.



1980 | PULVERIZADORA AUTOPROPULSADA METALFOR | BOTALÓN DE 22,8 M, MOTOR DE 100 CV



1985 | PULVERIZADORA AUTOPROPULSADA METALFOR | 24 M DE ANCHO, TANQUE DE 2500 LITROS, MOTOR DE 120 CV | COMPUTADORA ELEMENTAL



1994. PRIMEROS PULVERIZADORES AUTOPROPULSADOS CON BARRALES EQUIPADOS CON TÚNEL DE VIENTO, COMPUTADORA Y SUSPENSIÓN NEUMÁTICA



2002 | SE CONSOLIDA LA TECNOLOGÍA DE BANDERILLERO SATELITAL EN PULVERIZADORAS AUTOPROPULSADAS



2002 | SE CONSOLIDA LA TECNOLOGÍA DE BANDERILLERO SATELITAL EN PULVERIZADORAS AUTOPROPULSADAS, LOS PICOS QUÍNTUPLES, LAS COMPUTADORAS INTERACTIVAS PARA VRT, Y SE ALCANZAN LAS 760 MÁQUINAS/AÑO EN EL MERCADO | EN ESTA FOTO SE PUEDE VER UNA PULVERIZADORA FAVOT CON MOTOR DELANTERO, LO QUE INDICARÍA UNA TENDENCIA



2007 | PULVERIZADORA AUTOPROPULSADA METALFOR DE ÚLTIMA GENERACIÓN CON MOTOR DELANTERO, SUSPENSIÓN NEUMÁTICA, BARRAL DE MÁS DE 30 M, COMPUTADORA INTERACTIVA PARA DOSIS VARIABLE, CASILLA METEOROLÓGICA Y AUTOGUÍA



2008 | PULVERIZADORA PLA Cosmo H 4.5 | TANQUE DE 4500 LTS | MOTOR DEUTZ DE 290 CV | 30 M DE COBERTURA DE TRABAJO



APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS EN ARGENTINA.

Argentina es un país que produce más de 90 mill/tn de grano con buena productividad, aplicando muy baja cantidad de fertilizantes y correctivos de suelo. Esto indica varios puntos: primero, que los suelos son fértiles y presentan buenas condiciones de expresión de esa fertilidad, es decir, son de PH prácticamente neutro en su gran mayoría; segundo, que el fertilizante aplicado es aprovechado casi en su totalidad, o sea, aplicado eficientemente; tercero, que los suelos están perdiendo fertilidad química año tras año; cuarto, que es necesario evolucionar en este sentido mejorando la cantidad y la calidad de los fertilizantes aplicados; y quinto, que en el futuro el fertilizante, al igual que otros insumos, se aplicará por ambientes en el momento oportuno, en el lugar indicado y con la dosis exacta, para evitar contaminaciones. Por último, se puede decir que Argentina no tiene por ahora problemas de contaminación de aguas superficiales ni subterráneas por fertilizante. La agricultura argentina en el año 1949 producía poco más de 11 mill/tn de grano, es decir que para el amplio territorio nacional la tasa de extracción de nutrientes era muy baja. En la década del ‘80 se producían poco más de 30 mill/tn de grano, gran parte de ello en rotación con ganadería y exploración de nuevas tierras de desmonte. La soja es un cultivo extractivo de nutrientes (fósforo, potasio, azufre). En la década del ‘80 superaba levemente las 2,5 m/ha. Hasta la década del ‘90 en Argentina los cultivos no se fertilizaron masivamente. En el año 1993 sólo se aplicaban 380.000 tn de fertilizantes en todo concepto, es decir, una relación de 9.5 kg de fertilizante por tonelada de grano producida, mientras que en el 2008 esa relación fue de 28 kg de fertilizante por tonelada producida, 3 veces más en 13 años. Los cultivos predominantes en Argentina hasta los ‘90 eran el trigo y el maíz/sorgo, recién se comenzaba con la soja y el girasol, es decir que predominaban los cultivos gramíneas que, como se sabe, son “nitrógeno dependientes” y hasta los años ‘90 en Argentina el sistema productivo estuvo basado en labranza primaria y secundaria con mucha cultura del barbecho largo (excesivo movimiento de

suelo), lo que provoca una rápida mineralización de la M.O. (materia orgánica) y también una descomposición rápida de la M.O. (joven), o sea, los rastros de los cultivos anteriores, situación que favorece la disponibilidad de nitratos para los cultivos gramíneas. Lo que deja como resultado bajos rendimientos, labranza agresiva al suelo, suelos muy bien provistos de nutrientes (nitratos) y cultivos que aportaban mucho rastrojo (como maíz y trigo). La agroculturización hasta la década de los ‘90 no necesitaba de aplicación de fertilizantes, en esa época se podía crecer horizontalmente, es decir que la agricultura le ganaba tierra a la ganadería extensiva (campos naturales) y también se ganaba tierra agrícola a través del desmonte. La situación cambió drásticamente en la década de los ‘90, ya que apareció el cultivo de soja en el año 1992 (5m/ha), en el año 2002 llegó a 11,7 m/ha, creció la Siembra Directa vertiginosamente en el año 1993 (0,8 m/ha), en el año 2001 llegó a 11 m/ha, y también en esa época surgieron nuevos híbridos de maíz, girasol y sorgo, que incrementaron los rendimientos. Se lograron importantes mejoras en genética de trigo y soja, eficiencia en el aprovechamiento de agua de lluvia gracias a la Siembra Directa (se gana en promedio entre 100 y 150 mm de agua útil por año para los cultivos). Todos estos factores aditivos hicieron que los rendimientos crecieran significativamente y la producción de grano en la década del ‘90 llegara a duplicarse con un aumento de área no muy significativo, lo que indica un gran salto de productividad. De acuerdo con los ensayos de INTA, Universidades y AAPRESID, la respuesta en rendimiento de los fertilizantes se observó al nitrógeno en gramínea, explicada por la caída de la M.O. (de 5 al 2%) en promedio nacional en 40 años de labranza y la respuesta al fósforo Bray por caída en 40 años de 67 al 22 ppm de fósforo en promedio del área agrícola nacional.

**Estación Experimental Agropecuaria Manfredi.**  
La M.O. de los suelos indica una caída importante en la zona de influencia de la EEA Manfredi.

SUELO VIRGEN	5.65% DE M.O.
SUELO DE 20 AÑOS DE AGRICULTURA	3.19% DE M.O.
SUELO DE 40 AÑOS DE AGRICULTURA	2.05% DE M.O.

La caída de la M.O. no sólo explica la respuesta al nitrógeno, sino que tiene correlación con la respuesta al azufre. FUENTE: ÁREA DE SUELOS - INTA MANFREDI

SUELO VIRGEN	67 PPM P BRAY
SUELO DE 20 AÑOS DE AGRICULTURA	38 PPM P BRAY
SUELO DE 40 AÑOS DE AGRICULTURA	22 PPM P BRAY

También cayó significativamente el potasio de intercambio. Si bien todavía los cultivos no responden al potasio, los niveles actuales son preocupantes y la evolución así lo indica. FUENTE: ÁREA DE SUELOS - INTA MANFREDI

SUELO VIRGEN	1.400 PPM K INTER.
SUELO DE 20 AÑOS DE AGRICULTURA	1.020 PPM K INTER.
SUELO DE 40 AÑOS DE AGRICULTURA	900 PPM K INTER.

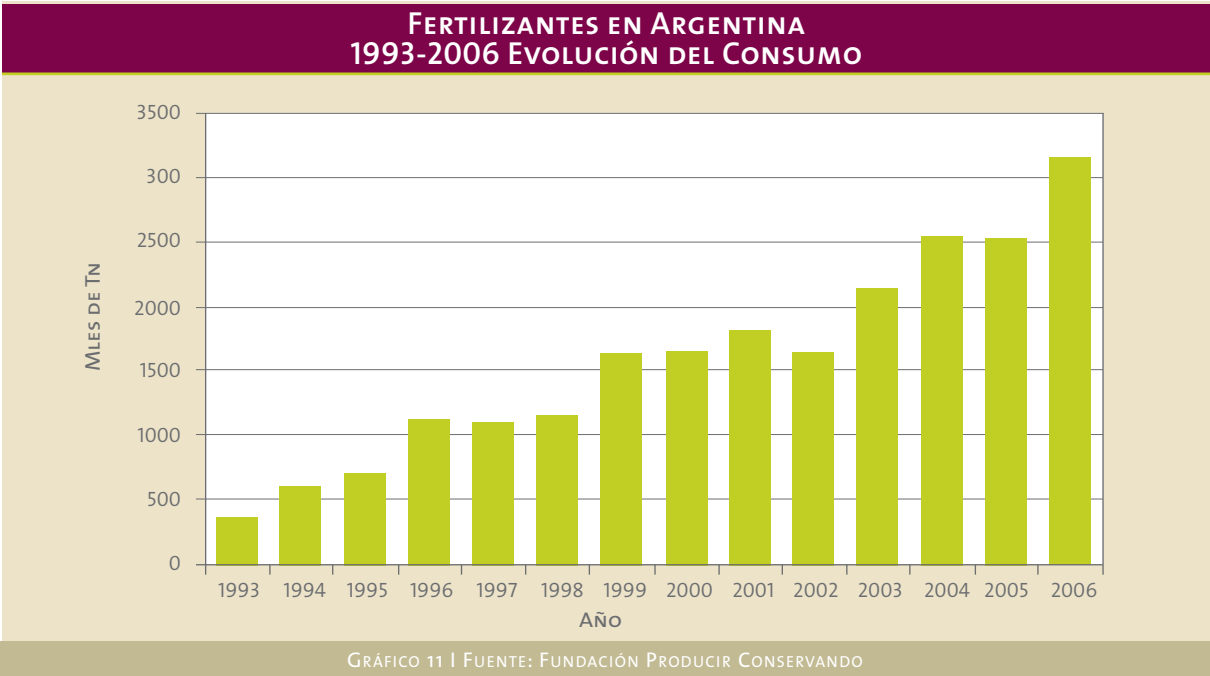
Todo esto llevó a que Argentina, a partir de la década del ‘90, comenzara en forma masiva la aplicación de fertilizantes y enmiendas en la producción de cultivos intensivos (año 1999: 1.65 mill/tn). Con anterioridad a esa fecha, sólo se aplicaban fertilizantes y enmiendas en cultivos intensivos (NPK y

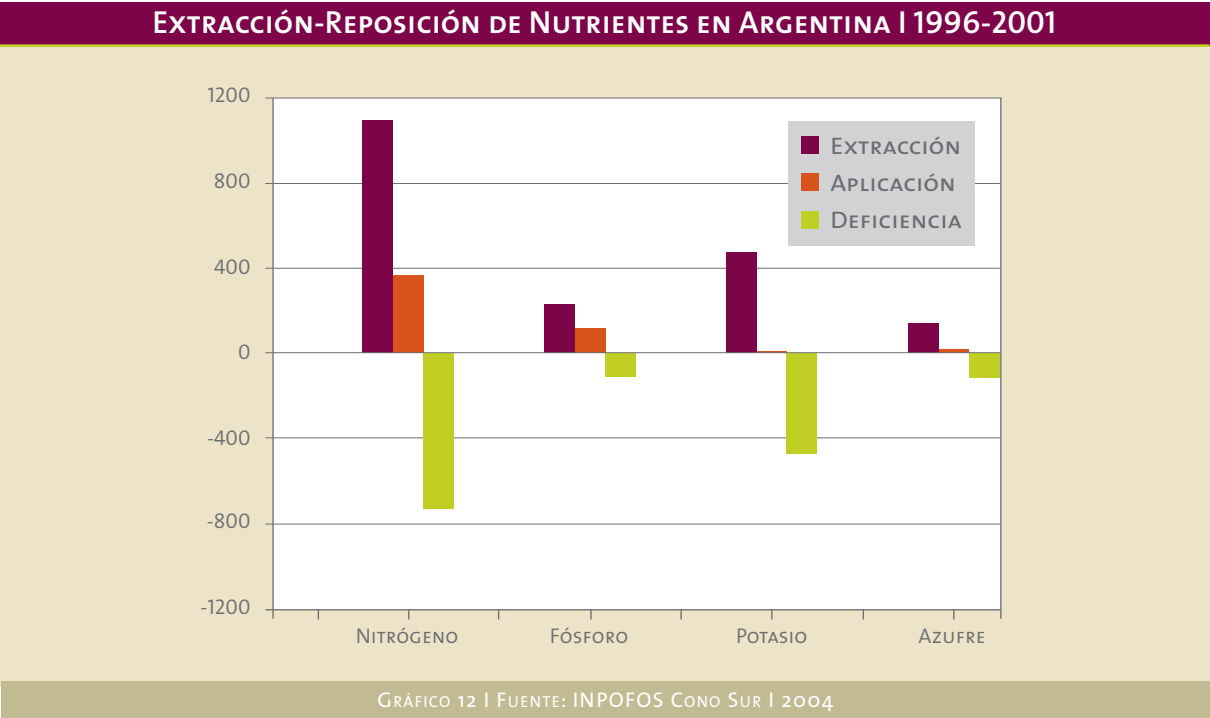
Urea) en fruti - horticultura, pero a partir del año 1993 se comenzó a aplicar en cultivos extensivos.

Con la fuerte agro-culturización de Argentina, la tasa de extracción de nutrientes (no repuestos ni siquiera en un 50% en los suelos más fertilizados), era muy preocupante, a tal punto que en los años 1996/1997 se comenzó a señalar respuesta de varios cultivos al azufre: primero lo indicó la colza/canola, luego la soja, el trigo y el maíz, y ahora en suelos de bajo porcentaje de materia orgánica la respuesta al azufre es casi generalizada para todos los cultivos. Para tener sólo una idea de lo que se está hablando, se puede indicar que la pérdida del 1% de M.O. implica la mineralización de:

1.200 - 1.400 KG/HA DE NITRÓGENO
100 - 120 KG/HA DE FÓSFORO
70 - 80 KG/HA DE AZUFRE

Es decir que para equiparar la fertilidad química de un suelo que perdió un 1% de M.O., hay que aplicar esa cantidad de nutrientes, pero el suelo no será el mismo, dado que su M.O. cumple otras funciones





estructurales que el aporte químico no lo hace. La evolución de consumo de fertilizantes en Argentina fue muy importante en la década del '94/2004 y constituye una gran preocupación porque actualmente más del 50% de la producción (50 mill/tn de grano) la realizan personas que no son dueñas de la tierra, manejando conceptos productivistas, y la realidad indica una escasa o nula reposición de nutrientes. El dueño de la tierra no posee conceptos claros de conservación de suelo, y alquila su campo con un concepto monetario (al mejor postor), sin tener en cuenta si se fertiliza o no y qué rotación de cultivos realiza, lo que es doblemente preocupante.

**FERTILIZANTES EN ARGENTINA 1993-2006 I EVOLUCIÓN DEL CONSUMO. (Gráfico 11)**

**EXTRACCIÓN - REPOSICIÓN DE NUTRIENTES EN ARGENTINA I 1996-2001.**

La soja presenta un balance casi neutro en cuanto al

nitrógeno, dado que en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno, este elemento es extraído del aire, casi en su totalidad. (Gráfico 12) Pero la soja extrae mucho fósforo, potasio, azufre y también muchos micro elementos, aporta poco rastrojo en superficie y su raíz es pivotante, es decir, poco estructurante de suelo. Todo indica la necesidad de una rotación anual con gramíneas trigo/soja/maíz (3 cultivos en 2 años), o bien rotación anual soja/maíz. Todo ello con fuertes fertilizaciones en trigo y maíz para que la soja aproveche la residualidad de los nutrientes. Los suelos naturalmente pierden M.O. por mineralización y ganancia por cantidad y calidad de los rastrojos que recibe. El valor de equilibrio de rastrojos que debe recibir el suelo para mantener el nivel de M.O. puede ser determinado usando modelos. Se necesitaría para los suelos del Centro Sur de Córdoba (Marcos Juárez) 4.300 kg/ha/año de carbono (aproximadamente unos 11.000 kg/ha de rastrojo) para mantener el valor promedio de 2,5% de M.O. en Siembra Directa continua. (Thomas y Andriulo, 200).

**APORTES DE CARBONO (KG/HA/AÑO) SEGÚN TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN PROMEDIO DE DOS AMBIENTES Y CUATRO AÑOS.**

Podemos decir que, a los beneficios que aporta el fertilizante en el incremento de rendimiento de los cultivos, se le debe añadir la mejora del aporte de carbono que realiza al suelo por mayor aporte de volumen y calidad de rastrojo. (Cuadro 14) Balance de carbono en la zona núcleo/periférica. Se dice que el aporte de rastrojo con muy poca rotación es en promedio de 2.330 kg/ha/año de carbono orgánico. En suelos con rotación trigo/soja/maíz y fertilización, el rastrojo indica un aporte promedio de 4.850 kg/ha/año de carbono orgánico, es decir, como el valor de equilibrio es 4.300 kg/ha/año de carbono orgánico, en los suelos sin rotación continua el déficit anual es de -45% de carbono y en los suelos rotados la ganancia anual es del +10%. Todo esto indica que existe un gran desbalance de nutrientes y carbono en los suelos de Argentina, el cual, de no corregirse, seguirá provocando un deterioro continuo y progresivo. Mirando al 2049, es difícil predecir la fertilización, ya que es un recurso que no es inagotable como el nitrógeno que se extrae del petróleo (gas), y las canteras de fósforo, potasio y azufre también se acabarán en los próximos años, por lo tanto se piensa en los avances genéticos a través de la Biotecnología, buscando plantas con más eficiencia en el uso de fertilizantes, y por otro lado también se está analizando un mejor y mayor aprovechamiento de los efluentes de la producción de tambo, pollo, cerdo, o sea, biofertilizantes. Las aplicaciones se realizarán en su gran mayoría a través de sensores de lectura que indiquen los cultivos con su crecimiento relativo y su NDVI. Se traba-

ja con modelos de simulación alineados por sensores, datos de experiencia y datos de ensayos que indiquen buenas correlaciones. Es decir que el fertilizante y las enmiendas se manejarán teniendo en cuenta la potencialidad y la deficiencia de cada ambiente del campo, en los futuros microambientes. Poner fertilizante en el lugar inadecuado, en el momento no apropiado y en sobredosis, no sólo contamina el ambiente, sino que limita la rentabilidad del negocio agropecuario porque desaprovecha dos recursos caros: el uso del suelo y el fertilizante que será cada día más caro relativamente.

**EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTE EN ARGENTINA.**

- 1949.** No se aplican fertilizante en cultivos extensivos en Argentina.
- 1980.** Se comienzan a fabricar masivamente las distribuidoras de fertilizante al voleo con sistema pendular Tanzi y varios fabricantes en forma centrífuga con platos giratorios accionados por TDP. Se distribuye en su mayoría urea granulada y urea perlada, 800 kg de capacidad de tolva.
- 1988/1989.** Comienza la introducción de sembradoras importadas de Brasil para Siembra Directa (Semeato y otras marcas), que aplican fósforo y nitrógeno en bajas dosis en la línea de siembra para trigo y pasturas.
- 1990.** Aparece la cuchilla de corte y aplicación de fertilizante localizada para trigo "Agrometal GX" con cuchilla inclinada, para localizar el fertilizante

TRATAMIENTO	MAÍZ	TRIGO	SOJA	APORTES DE SECUENCIA MAÍZ/TRIGO/SOJA
TESTIGO	3449	1634	2168	3626
NP	4695	2560	1965	4610
NPS	5270	2932	2486	5344
NPS REPOSICIÓN	6116	3058	2391	5783

CUADRO 14 | FUENTE: ÁREA DE SUELOS INTA MARCOS JUÁREZ I ASP I INPOFOS



durante la siembra. Monoamónico y diamónico en trigo y pasturas.

**1992.** Aparecen las fertilizadoras al voleo con doble plato y más capacidad de tolva (1.500 kg de capacidad de tolva), fabricada por Yomel y otras empresas.

**1995/1996.** Se generaliza la fabricación de sembradoras de grano grueso con aplicación de fertilizante, cuerpos incorporadores que colocan el fertilizante fosforado/nitrogenado a un costado y en profundidad. Su adopción es incipiente, pero se marca una tendencia.

**1996/1997.** Aparece PASA Fertilizantes con el fertilizante líquido UAN y se construyen muchas fertilizadoras para líquido para refertilizar trigo y maíz con cuchilla incorporadora, fabricadas por VHB, Juri, Metalfor y otras empresas. Bombas peristáltica y de pistón de caudal variable en su mayoría.

**1998/1999.** Se comienzan los ensayos con fertilización por ambiente, o sea, con dosis variable en INTA Manfredi. Sembradora Agrometal/D&E/Tecno campo (prototipo).

**1999.** Se realizan los primeros ensayos de fertilización en trigo con lectura de índice verde (NDVI) y dosifica-

ción variable. VHB/Tecnocampo/D&E/INTA Manfredi/Hydro N Sensor.

Aparecen los primeros maxi-aplicadores de fertilizante al voleo en Argentina, los Terra Gator en Necochea, y Jornada de Fertilización A.S.P. se instala en varias localidades.

**2000.** Comienza a mostrar buenos resultados la aplicación de UAN chorreado con pulverizadora autopropulsada y se hacen los primeros ensayos de dosificación variable con computadoras interactivas importadas.

**2002/2003.** En INTA Paraná (Ing. Ricardo Melchiori) del Proyecto Agricultura de Precisión se comienza a trabajar con el Green Seeker. NDVI en maíz y trigo para aplicar nitrógeno según ambiente.

**2005.** Se generalizan los aplicadores de fertilizante colocados con las sembradoras en grano fino en la línea, excepcionalmente con doble fertilización. En cambio, en grano grueso el 90% de los fabricantes de sembradoras ofrece la posibilidad de fertilización doble, nitrógeno al costado localizado y fósforo en la línea. Aparecen también varios fabricantes nacionales de kit de equipamiento de dosis variable para UAN chorreado para realizar dosis variable de fertilizante en sembradoras bajo prescripción y

posicionamiento satelital.

**2006.** Aparecen fabricantes para aplicación de enmiendas calcáreas con dosis variable, la empresa Fértil, ente otras fábricas.

**2008/2009.** Se logran definir los algoritmos de Green Seeker NDVI para trigo, maíz y caña de azúcar. Chorreado de nitrógeno por ambiente mediante NDVI en tiempo real. INTA Paraná, Proyecto Agricultura de Precisión.

**2009.** Aparece el primer aplicador autopropulsado

de industria nacional para aplicar fertilizante y enmiendas calcáreas con sistema de alimentación por cinta para dosis variable al voleo, de la empresa Fértil.

**2020.** En el futuro cercano los fertilizantes deberán ser muy concentrados, al menos los líquidos, y en lo posible formulados en polvo para evitar transportar agua. El agua se la añadirá el aplicador en el campo. Los diagnósticos tendrán mucho que ver con la información de sensores que alimentarán algoritmos o fuentes de información que en tiempo real definirá la dosis apropiada.



1990 | AGROMETAL GX CUCHILLA INCLINADA PARA LOCALIZAR EL FERTILIZANTE DURANTE LA SIEMBRA | MONOAMÓNICO Y DIAMÓNICO EN TRIGO Y PASTURAS



1996/97 | FERTILIZADORA INCORPORADORA DE FERTILIZANTE LÍQUIDO NITROGENADO (UAN) | BOMBA DE PISTÓN DE CAUDAL VARIABLE | VARIOS FABRICANTES ARGENTINOS: VHB, METALFOR Y JURI, ENTRE OTROS



1980 | FERTILIZADORA ESPARCIDORA AL VOLEO PENDULAR CON TOLVA DE 800 KG DE CAPAC. | DISTRIBUCIÓN DE UREA AL VOLEO, GENERALMENTE EN TRIGO AL MACOLLAJE | TANZI



1990 | FERTILIZADORA ESPARCIDORA DE DOBLE PLATO CENTRÍFUGO PARA DISTRIBUIR FERTILIZANTE AL VOLEO | CAPAC.DE TOLVA 850 KG, 20 M DE ANCHO DE LABOR | YOMEL | ÉSTAS MÁQUINAS TAMBIÉN SE UTILIZARON PARA SIEMBRA DE PASTURAS AL VOLEO



2002 | INCORPORADORA DE FERTILIZANTE SÓLIDO CON VRT PARA REFERTILIZACIÓN NITROGENADA DE TRIGO Y MAÍZ | AGROMETAL/D&E



2003 | FERTILIZADORA AL VOLEO CON DOBLE PLATO Y ALIMENTACIÓN POR CINTA DE VELOCIDAD VARIABLE PARA TASA VARIABLE (VRT) | CAPACIDAD DE TOLVA: 5.000 LTS | EMPRESA FÉRTIL





2002 | TODOS LOS FABRICANTES DE SEMBRADORAS EN ARGENTINA INTRODUCEN LA DOBLE FERTILIZACIÓN EN LA SEMBRADORA GRANO FINO Y GRUESO, RESPECTIVAMENTE, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA



2006 | ENCALADORA CON BARRA DE APLICACIÓN DE PRECISIÓN CON ALIMENTACIÓN POR CINTA DE VELOCIDAD VARIABLE Y VRT | FÉRTIL U OTROS FABRICANTES



2006/07 | PULVERIZADORA/FERTILIZADORA AUTOPROPULSADA, CHORREADOTA DE UAN CON SENSORES INFRARROJOS ACTIVOS DE LECTURA DE NDVI (GREEN SEEKER) PARA APLICACIÓN VARIABLE SEGÚN AMBIENTE | METALFOR/D&E/INTA PARANÁ



2009 | FERTILIZADORA - ENCALADORA AUTOPROPULSADA, 10.000 LTS DE CAPAC. DE TOLVA, DOSIFICADOR POR CINTA TRANSPORTADORA DE VELOCIDAD VARIABLE, CONTROL DE DOSIS SISTEMA OLEOHIDRÁULICO, TASA VARIABLE (VRT) EN FUNCIÓN DE MAPA DE PRESCRIPCIÓN | NEUMÁTICOS DE ALTA FLOTACIÓN, SUSPENSIÓN NEUMÁTICA Y MOTOR DE 285 CV | EMPRESA FÉRTIL DE MARCOS JUÁREZ

## COSECHADORAS DE GRANO.

La otra máquina agrícola por excelencia es la cosechadora, donde Argentina tiene una historia muy rica, dado el alto grado de innovación, desarrollo y fabricación.

### BREVE RECORRIDO DE ANTECEDENTES.

**1910.** En la provincia de Buenos Aires Juan Istilart produjo su trilladora a vapor.

**1922.** Juan y Emilio Senor producen la primera má-

quina cosechadora argentina de remolque para tiro animal con motor propio. Previamente, en 1913, ya habían construido un dispositivo acarreador desde la parva de trigo hasta la embocadura superior de las trilladoras estáticas.

**1924.** Juan y Emilio Senor consiguen la patente de inversión de una corta y trilla de arrastre.

**1925.** Patente de la primera cosechadora realizada por Andrés Bernardín. En 1927 Bernardín produce la primera serie de 62 cosechadoras por año.

**1929.** Antonio Rotania fabrica la primera cosecha-

dora automotriz del mundo.

Miguel Druetta (Fundador de CAFMA) fabrica la primera cosechadora del mundo con cabezal central.

**1941.** Santiago Pussi comienza a fabricar cosechadoras, entre ellas las de orugas para arroz.

**1944.** Carlos Mainero produce los primeros cabezales Mainero para la recolección de girasol.

**1947.** Primera cosechadora automotriz Vassalli, reforma de una cosechadora de arrastre.

**1950.** Don Roque Vassalli fabrica el primer cabezal maicero para trilla directa y después comienza con la fábrica de cosechadoras automotrices hasta la fecha.

**1951.** Don Roque Vassalli produce su primera cosechadora automotriz Súper Vassalli.

**1954.** Primera cosechadora Vassalli de serie Súper Vassalli 54, 89 cm de ancho, 5 sacapajas, cabezal de 16 pies de ancho, motor 75 cv.

**1957.** Primera Vassalli Ideal 60.

**1975/1977.** Aparece la Vassalli 900.

**1980.** Ingreso masivo de cosechadoras importadas, primeras axiales. Primeros cabezales flexible /flotante para soja. Transmisión hidrostática, variador de RPM del cilindro de trilla.

**1985.** Vassalli 1200. Nuevo concepto de fabricación de cosechadoras, cabina, tolva, motor.

**1996.** Primer mapa de rendimiento satelital en Argentina.

**2000.** Don Roque RV 170 Electro 330 cv, 30 pies de corte.

**2004.** Vassalli 1550.

**2006.** Primeros cabezales experimentales Drapper con alimentación por lonas, John Deere experimental.

**2007.** Vassalli Axial 7500 con alto desarrollo electrónico, 330 cv.

**2008.** Primeros cabezales Drapper de diseño nacional Piersanti (prototipo).

Venta de la patente de la cosechadora Vassalli Axial a Same/Deutz Fahr (Vassalli Axial).

La apertura económica de la década del '80 produjo el ingreso de cosechadoras importadas de alta tecnología y la introducción de las primeras cosechadoras axiales, aunque en el año 1978 ya existían algunos modelos de axiales internacionales y NH TR traídas experimentalmente a la Argentina por algunos semilleros de maíz.

Las cosechadoras incorporadas de EE.UU. mostraron las ventajas de la cosecha de soja con cabezales flexibles/flotantes, lo cual generó una gran presión técnica en INTA Manfredi para generar difusión (jornadas, ensayos, publicaciones y audiovisual de cosecha de soja). El objetivo era cambiar totalmente los cabezales sojeros rígidos de 5 hileras desarrollados específicamente con muy baja prestación y altas pérdidas de cabezal (300 kg/ha). Esto generó en Argentina el rápido desarrollo de muchas adaptaciones (kit flexible "ALCAL", "Picser", "Marinozzi", entre otros), las cuales modificaron el sistema de cosecha y ya en el año 1991 Argentina disponía de la tecnología apropiada y con la difusión del Proyecto PROPECO del INTA se generalizó el sistema actual de cosecha de soja con buena eficiencia de recolección en el cabezal (pérdidas de 120 kg/ha). Este cambio tecnológico de eficiencia de cosecha de soja comenzó en la 1ª y 2ª Expo Soja de INTA Manfredi (1984 y 1985, respectivamente), 17 cosechadoras en el campo y 10.000 personas, un hito para el desarrollo de soja en Argentina. Paralelamente con el desarrollo de la Siembra Directa, aparecieron los altos rendimientos de maíz, nuevos híbridos de girasol (75), nuevos cultivares de trigo, soja e importantes adelantos a través de la Biotecnología en maíz y soja, mayor eficiencia del uso del agua y avances en la fertilización balanceada, un paquete tecnológico que hizo aumentar el potencial del rendimiento del maíz. Ya en el año 1993 los maíces sembrados a 52,5 cm entre hileras

en Siembra Directa y en rotación con soja y fertilización balanceada mostraban rendimientos potenciales de 14.000 kg/ha. Eso aceleró el cambio total del diseño de los cabezales maiceros en Argentina y paralelamente el diseño y el tamaño de las cosechadoras.

Cambio de espaciamiento entre hileras del cultivo de maíz 70/52,5 cm, cabezales con nuevos rolos espigadores, nuevos puntones y capotas, chapas cubre rolo regulables desde la cabina del operador y robustez constructiva para soportar cosechadoras de mayor índice de alimentación y casi 300 cv de motor en 1994 fueron las necesidades que satisficieron los nuevos cabezales maiceros en Argentina (Mainero, Maizco, Allochis, etcétera). Año 1989/1990.

En el caso del girasol, comenzó también a incrementar el rendimiento (1975 híbridos) y eso pro-

alto rendimiento.

**Aclaración:** El *cabezal stripper* fue introducido en la Argentina, al igual que en todo el mundo, para cosechar arroz, y luego se comenzó a utilizar en trigos de altos rendimientos y Siembra Directa continua. Para cosechar un trigo de 7.000 kg/ha, soja de 5000 kg/ha y maíces de 14.000 kg/ha se requerían cosechadoras de otra generación, de mayor capacidad, y allí comenzó el crecimiento del tamaño y la potencia de las máquinas. Las multinacionales comenzaron a importar maxi cosechadoras y la industria nacional a diseñarlas y construirlas. En el año 1990/91 se introducen las primeras maxi-cosechadoras John Deere Maximizer en la Argentina, y Case/Internacional de la mano de CIDEF, trae la primera Axial Flow 1688 al país, de más de 260 cv y cabezales hasta 30 pies.

En el año 1989/1990 nace en el INTA el Proyecto

La coronación del desarrollo tecnológico de la industria nacional de cosechadoras, y que merece la medalla de oro, fue el reciente convenio logrado entre Vassalli Fabril/Same Deutz Fahr, firma italiana/alemana que en el año 2008 en la Feria de Bologna (Italia) anunciara la compra de la patente de la cosechadora Vassalli Axial AX 7.500 de diseño y construcción totalmente nacional, lo cual posiciona a la industria argentina en los más altos parámetros de competitividad global.

vocó necesidades de mejoras en los cabezales girasoleros: al aumentar el tamaño de las cosechadoras, fue necesario agrandar el ancho de los cabezales girasoleros. Ya en el año 1993/1994 los cabezales girasoleros presentaban 10 m de ancho de corte y cierto grado de automatismo de regulación. Las bandejas tomaron como medida los 35 cm, o sea, por dos hileras.

En trigo también la Siembra Directa tuvo muchos impactos positivos en los rendimientos. Ya en el año 1992/1993 se obtenían rendimientos extraordinarios a campo (7.000 kg/ha). Eso provocó un cambio en las necesidades de los equipos de cosecha, introduciendo la necesidad de levantar la altura de corte, modificando y adaptando los molientes sojeros y también se comenzaron a probar con éxito los cabezales stripper, que peinan y trillan las espigas y dejan toda la planta de trigo parada en el lote, ideal para la siembra de soja de segunda sobre trigos de

Eficiencia de Cosecha de INTA PROPECO (1990/1996) y con este proyecto se introdujeron masivamente los equipamientos de cosecha especiales para Siembra Directa, esparcidores de granza, desparramadores, trituradores de mayor tamaño y uniformidad de distribución de paja, neumáticos terratyre y neumáticos radiales o de alta flotación, o sea, disminución de huellas y uniforme disminución de residuos de cosecha (cobertura uniforme). En algunos casos se incorpora la transmisión 4x4 hidrostática.

En esa época también se introdujeron definitivamente los cabezales maiceros a 52,5 cm con chapa cubre rolo regulable desde la cabina del operador, los nuevos cabezales girasoleros, los cabezales *stripper* para trigo, y se aumentó el tamaño promedio de las cosechadoras de 180 a 250 cv (de potencia promedio vendida), con mayor capacidad de tolva de grano, una verdadera revolución de la eficiencia

de cosecha en Argentina.

En el año 1996 la cosecha en Argentina presentó otro hito: se realizó el primer mapa de rendimiento satelital con las empresas D&E y Ag Leader en Córdoba con el INTA Manfredi. Esto generó el nacimiento de la tecnología de la Agricultura de Precisión en Argentina. Sucedió frente a la fuerte presión del mercado y a los resultados contundentes de la calidad de grano, que indicaban los ensayos de INTA PRECOP. La cosechadora no sólo cosechaba granos, sino que ahora también cosechaba datos. Marca un antes y un después en la búsqueda del manejo de los cultivos por ambiente en Argentina. Paralelamente, la industria nacional siguió creciendo en la tecnología y la calidad de la construcción de cosechadoras y en el año 1997 se vendieron 1.700 cosechadoras en Argentina, ya de gran tamaño, y la industria nacional vendió 650, o sea, casi el 40% del mercado. Uno de los mayores valores porcentuales de representatividad de la industria nacional, no superado en los próximos 10 años.

Tecnológicamente, en los años 2000, Vassalli/Don Roque lanzó una maxi cosechadora nacional Don Roque 170 RV, con mucha tecnología y gran capacidad (330 cv con motor electrónico), con toda la última tecnología electrónica y automatismo, una verdadera maxi-cosechadora de desarrollo.

En esa época (2003/2004) se comenzaron a popularizar las cosechadoras axiales, y en el 2005 empezaron los proyectos de fabricación de axiales en Argentina. En ese mismo período también Claas comenzó a traer a la Argentina cosechadoras con trilla convencional con sistema mega (acelerador y separación axial). En el año 2007 Vassalli lanzó su primera cosechadora axial con mando del rotor hidráulico y toda la electrónica Sensor, orgullo de la industria nacional. Sistema Can Bus, y pantalla de cuarzo líquido.

Además, en ese mismo año, Agrinar lanzó la primera cosechadora Axial y Metalfor lanzó un prototipo de cosechadora de trilla con acelerador y separación axial llamada Metalfor/Araus MIX. Un año después, la firma PROASO de Arequito (Armstrong) mostró un prototipo de cosechadora axial, quedando en claro la tendencia del mercado hacia ese tipo de sistema de trilla y separación.

Paralelamente, en el año 2005/2006, la firma

Allochis lanzó el primer cabezal maicero con bastidor de aluminio, innovación a nivel mundial, y también varias empresas comenzaron a lanzar los puntones y capot de material plástico. Esto posibilitó crecer en ancho, y hoy ya existen en Argentina cabezales maiceros de 22 hileras a 52,5 cm, o sea, 11,55 m de ancho.

En el año 2006, dos fábricas nacionales (Sensor e IGB), junto con el INTA Manfredi, comenzaron a desarrollar los monitores de rendimiento satelitales y en el año 2007/2008 ya se empezó con los primeros mapas de rendimiento confeccionados por monitores y software nacionales, constituyendo otro hito de la industria nacional de alta complejidad.

Pero la coronación del desarrollo tecnológico de la industria nacional de cosechadoras, y que merece la medalla de oro, fue el reciente convenio logrado entre Vassalli Fabril/Same Deutz Fahr, firma italiana/alemana que en el año 2008 en la Feria de Bologna (Italia) anunciara la compra de la patente de la cosechadora Vassalli Axial AX 7.500 de diseño y construcción totalmente nacional, lo cual posiciona a la industria argentina en los más altos parámetros de competitividad global. La cosechadora es la máquina más evolucionada y complicada de la industria de la maquinaria agrícola a nivel global. Lleva incluida la más alta tecnología en electrónica, sensores, hardware y software a nivel mundial. Monitoreo y manejo de las funciones de la máquina totalmente electrónico, automatizado y también monitor de rendimiento satelital con transmisión de datos en tiempo real, "Sensor".

En esa cosechadora Vassalli está incluido el ingenio y la calidad constructiva de más de 30 proveedores agropartistas nacionales (orgullo para muchos argentinos).

El más reciente avance tecnológico logrado por la industria nacional de cosechadoras y cabezales fue mostrado en Marzo en Expo Agro 2009 por la firma Piersanti de Noettinger (Córdoba), quien obtuvo el Premio Medalla de Oro Ternium/Expo Agro con un cabezal "Drapper" de 36 pies de ancho (10,8m), con asistencia y alimentación por cinta de caucho en lugar del sinfín tradicional.

El cabezal está suspendido y apoyado sobre ruedas con suspensión neumática con barra de corte flexible/flotante. Un desarrollo de cabezal para soja y

trigo muy innovativo en su construcción, que posiciona a la industria nacional en lo más alto a nivel global en construcción de cabezales sojeros/trigueros. Todos estos desarrollos obligan a que las multinacionales importen cosechadoras de última generación (John Deere, Case/New Holland, Agco y Claas) y traigan al mercado nacional los últimos modelos recientemente lanzados en el exterior. Todo ello se correlaciona con la presión tecnológica demandada por el productor y contratista argentino que se encuentra muy capacitado.

Las novedades en cosechadoras en los próximos años (2010/2011) estarán en el crecimiento de la potencia de los motores (ya superaron los 500 cv), el tamaño de las tolvas graneleras (ya superaron los 12.000 lts.), los cabezales serán normales, los de 40 pies en soja y trigo, los sistemas Drapper serán los más difundidos, el tamaño de los rodados (más anchos y altos y con menos libras de presión) y habrá mayor automatismo de regulación y sensores

La apertura económica y la paridad cambiaria desventajosa hacen que se vea con preocupación el futuro de la competitividad global alcanzada por la industria nacional, pero como la competitividad fue lograda con alto desarrollo tecnológico, será más fácil alcanzar la sustentabilidad deseada y requerida.

de alimentación constantes. Es decir que la máquina avanzará más rápido y más lento en forma automática de acuerdo con el rendimiento variable del cultivo.

“Caudal de alimentación constante”, las regulaciones de agresividad de trilla y limpieza serán también automáticas con un sistema de scanner de la calidad y limpieza de grano que ingresa a la tolva, el retorno será evaluado y alertado, el rendimiento, la humedad, la proteína y el aceite de algunos granos cosechados serán evaluados en tiempo real, confeccionando un mapa geoposicionado para agricultura de precisión.

Todos los sensores de la cosechadora enviarán sus datos por señal “GPRS” y cualquier persona con una clave en internet podrá realizar un seguimiento de lo que hace la cosechadora a miles de kilómetros en tiempo real, esto ya se logra en la actualidad, cuando se habla hacia delante, se indica una adopción masiva de estos sistemas.

También se programarán los rangos de velocidad y niveles de pérdidas límite, para que superados esos límites una señal en un celular predeterminado reciba un aviso de que la cosechadora está operando fuera de rango.

Otro adelanto ya lo constituyen los autoguías hidráulicos/electrónicos con señal RTK o satelital, que pueden guiar una cosechadora con errores de más o menos 15 a 20 cm.

Este adelanto libera al operario y mejora la calidad de cosecha y la precisión de la captura de datos de rendimiento. Eso ya es una realidad en los campos argentinos y todo ello se ha podido desarrollar con técnicos argentinos.

La apertura económica y la paridad cambiaria desventajosa hacen que se vea con preocupación el futuro de la competitividad global alcanzada por la industria nacional, pero como la competitividad fue lograda con alto desarrollo tecnológico, será más fácil alcanzar la sustentabilidad deseada y requerida.

No se concibe una Argentina de casi 200 mill/tn de producción potencial de granos en el 2049 sin fábricas de cosechadoras y cabezales.

#### FUTURO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN COSECHADORAS EN ARGENTINA.

Argentina hoy posee alta competitividad en la construcción de cosechadoras, cabezales maiceros, girasoles y sojeros/trigueros. No existe nada a nivel mundial que no se fabrique en Argentina, es por lejos el país en Latinoamérica con mayor desarrollo de industria nacional de cosechadoras y cabezales, dado que en Brasil un 80% son fabricantes multinacionales, no teniendo fábricas de cosechadoras trigueras/sojeras/maiceras de origen nacional.

Argentina posee un alto desarrollo de la industria de alta complejidad, y esto se ve reflejado en firmas como Sensor/Landtech, IGB, Plantium, Releva,

Verion, empresas de hardware y software para automatismo y sensorización de cosechadora. Tiene un nivel tecnológico de competitividad global.

En rubro construcción de cosechadoras y cabezales Argentina posee un gran futuro. El éxito depende de la capacidad innovadora que seamos capaces de desarrollar a nivel producto y proceso constructivo, y para ello el único camino lógico será el incremento de las exportaciones y la internacionalización de las industrias con un alto grado de integración internacional, teniendo como desafío la generación de proveedores de alto nivel tecnológico y control de calidad.

Dado que la tendencia en la maquinaria agrícola autopropulsada será la generación de electricidad para que los actuadores, sensores y motores funcionen eléctricamente reemplazando los mandos mecánicos e hidráulicos, paulatinamente los fabricantes argentinos deben tomar esta línea de desarrollo.

#### RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN DE COSECHADORAS DESDE EL AÑO 1913 HASTA EL PRESENTE, CON MIRADA AL 2049.

**1913.** Los hermanos Juan y Emilio Senor fabrican los primeros dispositivos de alimentación desde la parva de trigo hasta la embocadura superior de las trilladoras estáticas.

**1917.** Se patenta el dispositivo antes mencionado por dicha sociedad.

**1922.** Juan y Emilio Senor producen la primera máquina cosechadora argentina con motor incorporado (para la trilladora), pero de remolque por tiro animal. Ese mismo año comienza su fabricación en serie, siendo de esta manera la primera fábrica de cosechadoras de Sudamérica.

**1924.** La firma Juan y Emilio Senor obtiene la patente de invención de su corta y trilla de arrastre.

**1934.** Se fabrica el primer recolector de andanas para cosechadoras con capacidad para desempeñarse eficientemente en gavillas enmalezadas, patentado por la firma Senor SRL.

**1936.** Senor SRL fabrica las primeras cosechadoras automotrices modelo B1 (con plataforma desplazada).

**1937.** Lorenzo Flamini, de San Vicente provincia de Santa Fe, fabrica cuatro cosechadoras automotrices en un año y luego comienza la guerra y se tiene que dedicar a fabricar molinos de viento para las aguadas.

**1939.** La firma Senor SRL produce más de 300 unidades de su modelo B2, el cual es totalmente automotriz, pero con cabezal desplazado, llegando a 1943 con 1500 cosechadoras producidas.

**1940.** Se fabrican los primeros equipos girasoleros adaptados a la batea del cabezal triguero.

**1943.** La empresa SENOR. SA. crea la fundición y tornería URBIG S.A. en Santa Fe, donde se desarrollan y producen transmisiones y tomas de fuerza para las cosechadoras de diversas marcas Argentinas.

**1944.** Comienza la fabricación de la cosechadora SENOR modelo B3, una cosechadora muy reconocida.

**1946.** Se ensayan los primeros cabezales SENOR para maíz.

**1947.** Vassalli produce la primera cosechadora autopropulsada a partir de una reforma.

**1950.** Don Roque Vassalli fabrica el primer cabezal maicero recolector para trilla directa.

**1951.** Fabricación en serie de los cabezales maiceros SENOR.

**1952.** Se fabrica el modelo Bernardín M 11 con cernidor y bolsero.

**1954.** Don Roque Vassalli produce la primera cosechadora automotriz. “Súper” de serie.

**1951/1983.** 1.000 cosechadoras Vassalli.

**1955.** Se desarrollan los primeros equipos de transmisiones y orugas para la cosecha de arroz, conjuntamente entre URBIG y SENOR.



**1960.** Se comienzan a fabricar las primeras cosechadoras SENOR modelo JE 40 (cosechadora liviana para el arroz).

Se incorpora en las Bernardín M 11 la descarga a granel.

**1964.** Se comienzan a fabricar las primeras cosechadoras SENOR modelo JE 50, con levante plataforma y molinete hidráulico, con adecuaciones para exportación.

**1965.** Comienza la exportación a Chile, con la aprobación técnica de CORFO Corporación de Fomento de la Producción de Chile.

**1966.** Se exportan a Brasil y a Paraguay cosechadoras Senor B3 y JE 50.

**1968.** Se fabrica el modelo V. 60, primera cosechadora con variador de cilindro y ventilador con mando hidráulico de Argentina. Además, poseía sistema superior de descarga de la tolva de granos (tal como las cosechadoras mas modernas actuales). Se continúa exportando JE. 50 a Brasil y Paraguay.

**1969.** El Ministerio de Economía de la Nación otorga a SENOR. S.A. el premio a la Exportación de productos No Tradicionales.

Primeras cosechadoras arroceras 4 x 4 Vassalli P14.

**1972.** Se incorpora el modelo B4 y se deja de producir el modelo B3. Se inicia en Brasil el montaje del modelo JE 50.

**1974.** Se fabrica el modelo B4 Doble tracción arroceros.

**1975.** Se comienza la exportación de la JE 50 a Perú y el modelo B4 DT a Venezuela y a Bolivia.

**1977.** Senor desarrolla un prototipo de la primera cosechadora argentina de tipo Axial birotor, que ya lleva incorporado transmisión hidrostática y todos los mandos (aun los de los rotores son hidrostáticos).

**1978.** Ingreso de cosechadoras importadas, algunas de ellas axiales (New Holland, Case/Internacional).

**1979.** Senor desarrolla el modelo B6 de 1200 mm de ancho de cilindro, transmisión hidrostática y cabezal de corte de 6,3 m (una de las primeras cosechadoras “grandes” de su época).

**1980.** Se desarrollan una gran cantidad de fábricas cosechadoras: Vassalli, Bernardín, Senor, Daniele, Giubergia, Gema, Aumec, Magnano, Susana, entre otras.

Aparecen los cabezales sojeros específicos y se introducen los cabezales flexibles americanos, que marcan diferencias de prestación y bajos niveles de pérdidas. John Deere introduce el modelo de cosechadora 975, de origen alemán y cabezal americano sojero.

**1981.** Se inicia la venta de la cosechadora Senor B6.

**1983.** Senor desarrolla el modelo mejorado SENOR B6 Serie 2 (cabezal flexible) y se construye la primera cosechadora B6 DT hidrostática inteligente (dispositivo de sicler variable según necesidad). Se efectúan las primeras mediciones de capacidad de trabajo y pérdidas de granos. Se introduce éste concepto en el desarrollo de sus productos.

**1984.** Se inician ensayos de la firma SENOR SA. con la DAT. Departamento de asesoramiento técnico (dependiente del Ministerio de Economía) para medir consumo de potencia en los ejes. Se recibe a un consultor de la antigua Unión Soviética (Ing. Agr. e Ing. Mec.), el cual indica lineamientos muy importantes para el dimensionamiento de las cosechadoras.

**1985.** Aparición de la Vassalli 1200, una de las primeras cosechadoras nacionales de la época con competitividad y tecnología. Motor atrás, tolva de gran capacidad y seguridad. 180 cv de motor.

**1984/1985.** Primera Expo Soja en INTA Manfredi, un hito tecnológico para la eficiencia de cosecha de soja en Argentina.

**1985.** Popularización de los cabezales flexibles modificados para soja y de serie en las cosechadoras argentinas.

**1989.** Nuevos cabezales maiceros Mainero 1988/ Maizco.

**1989/1990.** Aparición del Proyecto (PROPECO Eficiencia de Cosecha) de INTA.

**1991.** Introducción masiva de las maxi cosechadoras en Argentina, convencionales y maximizadas John Deere Maximizer, Case 1688 y New Holland TR97.

Nuevos cabezales Stripper para arroz y trigo de alto rendimiento.

**1992/1993.** Introducción masiva de los cabezales maiceros de nueva generación para maíces de alto rendimiento. Mainero, Maizco, Allochis, 70 a 52,5 cm. Nuevos cabezales girasoleros de mayor ancho de labor y prestaciones de automatismo bandeja a 35 cm.

**1993.** Aparece la necesidad de los kits para cosecha en Siembra Directa. Neumáticos de alta flotación en cosechadoras, tractores y tolvas autodescargables. Esparcidor de granza (VHB), triturador con más eficiencia de distribución y desparramador de paja.

**1994.** Adaptaciones de cilindros convencionales para trilla de soja, cilindro a diente. Popularización del variador de revoluciones del cilindro en máquinas nacionales.

**1996.** Primer mapa de rendimiento satelital en Argentina. INTA/D&E/Trimble/Tecnocampo.

**1997.** Mayor participación de mercado (40%) de la industria nacional de cosechadoras.

**2000.** Vassalli lanza la Don Roque RV 170, la primer maxi cosechadora argentina. 330 cv. Electrónico. Cabezal de 30 pies.

**2003.** Allochis lanza el primer cabezal maicero con bastidor de aluminio, capot y capota de plástico.

**2005.** Claas lanza su maxi-cosechadora Lexion con cabezal flexible flotante de 40 pies, 2 cuchillas, doble sinfín, doble molinete.

Primeros mapas de proteína y aceite, datos de NIRS en la cosechadora, Zeltex/INTA Manfredi/ Vassalli.

**2007.** Vassalli lanza la primera cosechadora axial, al igual que Agrinar y Metalfor su Mix. Primer mapa de rendimiento creado con monitor de rendimiento satelital de diseño nacional IGB/INTA, Sensor.

Aparece también la transmisión de datos en tiempo real de la cosechadora por internet “GPRS”. Claas, IGB, Releva, INTA Manfredi.

**2008.** Primeras cosechadoras con autoguía satelital.

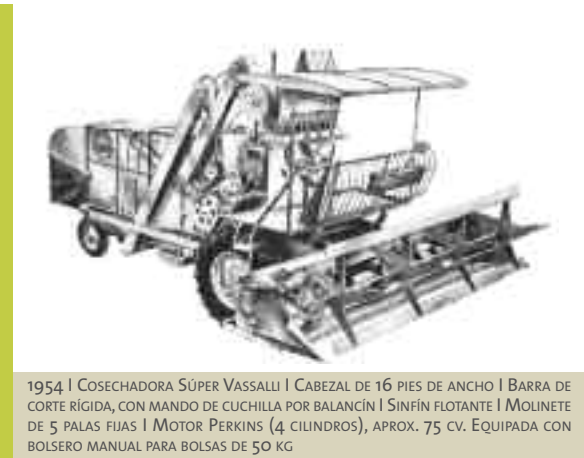
Venta de la patente de la cosechadora Vassalli Axial a Same/Deutz Fahr, conservando el derecho en Latinoamérica y otros países.

**2008/2009.** Aparición del primer cabezal sojero/ triquero sobre ruedas auto-giratorias, con asistencia de lonas “Draper” con barra de corte flexible, realizado en la fábrica Piersanti.

**2009.** Case y Agco traen los primeros *cabezales Drapper* a nivel comercial, 40 pies. Case con barra fija, control de altura con dos articulaciones sobre ruedas auto giratorias, doble cuchilla y doble molinete.



1925 | COSECHADORA DE TRACCIÓN A SANGRE BERNARDÍN







2005 | VASSALLI 1550 | CABEZAL DE SOJA/TRIGO | MÁQUINAS CON GRAN EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN ELECTRÓNICA DE LA MANO DE SENSOR



2005 | COSECHADORA - DESCAPOTADOTA DE MANÍ DE FLUJO AXIAL 8 X 2, TOLVA DE DESCARGA POR GRAVEDAD



2007 | VASSALLI AXIAL AX 7500, 330 CV | MANDO DEL ROTOR HIDROSTÁTICO, CABEZAL DE 30 PIES DE CORTE, 4X4 HIDROSTÁTICO



2008 | TABLERO ELECTRÓNICO VASSALLI AXIAL AX 7500 | ALTO DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONITOR DE RENDIMIENTO, JOYSTICK DE COMANDO CENTRALIZADO, PANTALLA DE CUARZO LÍQUIDO ACTIVA | TODO ELLO POSIBILITÓ VENDER LA PATENTE DE ESTA COSECHADORA A SAME DEUTZ FAHR



2005 | COSECHADORA - DESCAPOTADORA DE MANÍ MULTICILÍNDRICA 8 X 2, CON TOLVA DESCARGA POR CINTA



2005 | COSECHADORA - DESCAPOTADOTA DE MANÍ MULTICILÍNDRICA 8 X 2, TOLVA DESCARGA POR GRAVEDAD | FABRICADA POR AGRINAR, BAJO LICENCIA AMADAS DE EE.UU.



CABEZAL MAICERO ALLOCHIS DE 22 HILERAS A 52 CM, CON BASTIDOR DE ALUMINIO, PUNTÓN Y CAPOT DE PLÁSTICO | CABEZALES QUE SE EXPORTAN A MÁS DE 10 PAÍSES DEL MUNDO

La otra máquina agrícola por excelencia es la cosechadora, donde Argentina tiene una historia muy rica, dado el alto grado de innovación, desarrollo y fabricación.



2005 | EL INTA RECONQUISTA PATENTA Y LICITA LA MODERNA COSECHADORA DE ALGODÓN TIPO STRIPPER JAVIYÚ (DOLBI) | TECNOLOGÍA DE CULTIVO DE SURCOS ESTRECHOS EN ALGODÓN



2005 | VASSALLI 1550 | CABEZAL MAICERO DE NUEVA GENERACIÓN PARA COSECHAR MAÍCES DE ALTO RENDIMIENTO. COMIENZAN LAS EXPORTACIONES DE CABEZALES A VARIOS PAÍSES DEL MUNDO | MAINERO, MAIZCO, OMBÚ, FRANCO FABRIL, ALLOCHIS, ETC.



2009 | CABEZAL DE SOJA/TRIGO, DE 40 PIES DE ANCHO DE CORTE CON ALIMENTACIÓN POR LONAS, SUPENDIDO SOBRE DOS RUEDAS CON SUSPENSIÓN NEUMÁTICAS | EMPRESA PIER-SANTI PLATAFORMAS



ACOPLADOS DE TRANSPORTE Y ACARREO DE GRANO EN ARGENTINA.

Las cosechadoras, luego de la década del ‘60 comenzaron a necesitar de un tractor y una tolva granelera, ya que ese fue el momento en que se inició la cosecha a granel, reemplazando el almacenaje en bolsas por el sistema a granel. Los equipos armónicos siempre existieron, y cuando las cosechadoras tenían 80 a 100 cv en sus motores, las tolvas graneleras disponían de 900 a 1.500 kg de capacidad. Los tractores que los acompañaban eran de 45 a 60 cv y las tolvas autodescargables por gravedad eran de 4, 5 y 6 toneladas de capacidad. Así nacieron los acoplados tolva graneleros en Argentina. El mercado interno de acoplados tolvas autodescargables en Argentina en los últimos 12 años fue de 2.375 acoplados al año, lo cual representa unos 40 m/U\$S por año, aproximadamente.

LAS EXPORTACIONES FUERON CRECIENDO A UN BUEN RITMO:	
2002	25
2003	40
2004	95
2005	115
2006	102
2007	160
2008	300
CUADRO 15   FUENTE: CIDETER	

El 1% corresponde a: Países Bajos, Alemania, España, Canadá y Lituania.

RESUMEN CRONOLÓGICO DEL DESARROLLO DE LOS ACOPLADOS GRANELEROS EN ARGENTINA.

**1949.** Las cosechadoras en Argentina trabajaban con bolsero y cernidor limpiador rotativo y el grano se almacenaba en bolsas de 50 kg, que luego se recolectaban con acoplados y se estibaban en el campo. De allí al camión y al acopio o industria

**1960.** Primeras cosechadoras con sistema de almacenaje de grano a granel, lo cual facilita mucho la operatividad de la cosechadora, pero requiere más asistencia de acoplados graneleros y tractores que acompañen la cosechadora durante el trabajo.

**1960/1963.** Primeros acoplados tolvas autodescargables por gravedad de 5, 6 y 8 tn con 2 ejes, 4 ruedas y eje delantero giratorio tipo Vantren. Del año 1960 hasta el año 1981, el sistema consistía en una cosechadora dos tolvas y sinfín de descarga, acoplado tolva de descarga por gravedad en un punto central y sinfín (chimango) que eleva el grano al camión en el campo, generalmente camiones playos.

**1981.** La firma Cestari introdujo el primer acoplado tolva autodescargable con sinfín de descarga, o sea que podía directamente cargar camiones a granel del campo sin la ayuda de un sinfín portátil. 12 tn, 1 solo eje. TDP: 540 RPM. Exigencia de tractores: 90 cv.

LOS PAÍSES A LOS QUE SE EXPORTA SON 19	
VENEZUELA	39%
REINO UNIDO	16%
KAZAKHSTAN	6%
FRANCIA	6%
MÉXICO	5%
UCRANIA	4%
AUSTRALIA	3%
ITALIA	3%
ESLOVAQUIA	3%
PARAGUAY	2%
CUADRO 16   FUENTE: CIDETER	

**1989.** Aparición de acoplado tolva autodescargable de 2 y 3 ejes de la firma Richiger.

**1990.** Aparición de acoplados tolva autodescargables de un eje de 14 tn. Dominaron el mercado por varios años. Requerimiento de potencia 100 cv.

**1993.** Aparición de los neumáticos Terratyre de alta

flotación para tolvas autodescargables. Primeros semiremolques y acoplados graneleros para camión, descargados por gravedad “VULCANO”. Luego lo desarrollaron también Aiello y Ombú, entre otros.

**1995.** Aparición de acoplados tolva de 2 ejes de 18 tn.

**1996.** Tolvas autodescargables con balanza electrónica. “Básculas Magris”, “Balanzas Hook”.

**1997.** Tolvas autodescargables sobre camiones que funcionan al costado de la cosechadora con neumáticos de alta flotación (no prosperaron).

**1999.** Tolvas autodescargables con balanza electrónica, generalización para cargar camiones a puerto y para calibrar monitores de rendimiento, como así también para pesar ensayos o medir rendimientos a nivel de lote.

**2000.** Tolvas autodescargables de 24 tn con sistema de autolimpieza.

**2006.** Tolvas autodescargables de 30 tn, de 4 ruedas iguales. Akron, Cestari, Ombú, entre otros.

**2008.** Tolvas autodescargables con balanza electrónica con transmisión de datos de peso y registro impreso de datos. Hook, IGB, Vesta, entre otros.

**2049.** Resulta muy difícil pensar cómo será la extracción y el acarreo de grano desde el lote de cosecha hacia el almacenaje de campo, acopio o industria cercana.

La tendencia que se puede imaginar en el futuro indica que los granos en Argentina no saldrán más como tales de los puertos, sino que lo harán transformados en alimento humano o animal con alto valor agregado. Los granos industrializados en origen luego formarán parte de un alimento balanceado y una gran parte será transformada en proteína animal para ser exportada como alimento humano. En ese esquema, se ve el flete corto de los granos como muy posible, caso en el que las cosechadoras podrán descargar directamente sobre camiones autodescargables y los

acoplados tolva tal vez tiendan a desaparecer dado que por más que se evolucione con los neumáticos, existen otras pisadas que perjudican en la Siembra Directa, y hay otra persona en el sistema que maneja el tractor. Todo esto se puede evitar con más cosechadoras y más capacidad en su tolva, el almacenaje del grano temporario en chacras en bolsas plásticas no se ve como posible en el 2049 por varios motivos, pero si se ve posible el almacenaje con atmósfera controlada en plantas de acopio, sea en bolsa u otro sistema. Al grano no se lo puede mover tantas veces y pasar por 4 sinfines sin romperlo, ese es uno de los motivos por el cual será necesario evitar movimientos y causas de roturas. El grano debe permanecer vivo, sin daño de ninguna naturaleza porque es la base de la calidad como alimento.

HISTORIA Y FUTURO DE LA POSTCOSECHA DE GRANOS EN LA ARGENTINA.

MANEJO DE GRANOS.

Durante la Segunda Guerra Mundial, surgió la necesidad de acopiar grandes cantidades de granos que no podían exportarse. El gobierno, a través de las leyes 11.742 (Elevadores de Granos) y 12.253 (Granos y Elevadores), autorizó “la construcción de una red general de elevadores de campaña y terminales para la limpieza, desecación, clasificación y almacenamiento de granos” (Ernesto A.A. Schulte, 1947). En ese contexto, se construyeron los Silos Subterráneos Herméticos de Argentina, con una capacidad de acopiar un millón de toneladas. A título experimental, se conservó, de 1943 a 1956, un lote de trigo de 6000 toneladas, exportándose a Europa en perfectas condiciones (Mary B. Hye, et.al, 1974).

TRANSICIÓN DE LA BOLSA AL GRANEL.

En un comienzo, los granos eran almacenados en bolsas (sacos), las cuales eran manipuladas a mano y se almacenaban en estibas. En la década del ’60, el creciente costo de la mano de obra favoreció la





DESDE 1960 HASTA 1985 | ACOPLADOS TOLVA CON DESCARGA POR GRAVEDAD DE 8 Y 6 TONELADAS | SE UTILIZARON MASIVAMENTE



1985 | CAMBIO EVOLUTIVO DE LOS ACOPLADOS TOLVAS POR GRAVEDAD A LOS AUTODESCARGABLES CON TDP | FACILIDAD DE MOVIMIENTO DEL GRANO DESDE LA TOLVA AL CAMIÓN Y MAYOR CAPACIDAD DE CARGA



DÉCADA DEL '90 | ACOPLADOS TOLVA AUTODESCARGABLES | 14 TONELADAS, UN EJE, EQUIPADO CON BALANZA ELECTRÓNICA



2000 | TOLVA AUTODESCARGABLE DE 17 TONELADAS DE CAPACIDAD DE DOS EJES, EQUIPADA CON BALANZA ELECTRÓNICA



1993 | APARECIERON LOS PRIMEROS CAMIONES CON ACOPLADOS DE TRANSPORTE DE GRANOS CON DESCARGA POR GRAVEDAD | EN LA ACTUALIDAD LA TENDENCIA ES CLARA



TOLVA AUTODESCARGABLE AKRON MAX 25, DE 25 TON DE CAPACIDAD, DOS EJES, BALANZA ELECTRÓNICA CON TRANSMISIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL

transición al manejo a granel de los granos. Esto significó un cambio fundamental en el manejo de los granos, divulgándose el uso de silos y equipos de movimiento del granel. A fines de los '60 ya se manejaba a granel la mayoría de la producción.

**SECADO Y ACONDICIONAMIENTO DE GRANOS.**

**LOS COMIENZOS.**

Hasta avanzada la década del '50, todos los granos de nuestro país se cosechaban casi secos. La historia del secado en Argentina está ligada a la evolución de la cosecha de maíz. Su recolección era en su mayoría en mazorcas deschaladas, las cuales eran almacenadas en trojes cilíndricos de alambre, donde se terminaban de secar por acción del aire ambiente al cabo de 2 meses. Con la popularización de las cosechadoras automotrices (Carlos de Dios, 1996), se empezaron a hacer las primeras experiencias de cosecha temprana de maíz. La cosecha anticipada reducía los riesgos de vuelco de plantas, la disposición temprana del lote, y permitía vender la mercadería a mejor precio, entre otras ventajas. La necesidad de manejar grano de maíz húmedo induce el desarrollo de las secadoras. Inicialmente, se incentivó el secado en origen, por lo que se fabricaron secadoras en tandas de baja capacidad para que fueran operadas por los agricultores o por los contratistas en el mismo momento de la cosecha. Pero su baja capacidad horaria provocaba la detención de las cosechadoras, ocasionando perjuicios de todo tipo.

**PRIMERAS SECADORAS NACIONALES.**

En la década del '60 se empiezan a producir las primeras secadoras en el país. Una empresa de Lincoln (Buenos Aires), Margaría, fabrica la primera secadora en tandas y en 1967 firma un contrato con una empresa de USA para fabricar una secadora de flujo continuo. Simultáneamente, Preumayer fabrica la secadora de flujo mixto continuo, llamada EUREKA, de la cual todavía hoy existen unidades funcionales (Marcelo Valfiorani, 2009).

En 1968 se introduce en el país el sistema de seca- aireación, que sigue siendo en la actualidad uno de los mejores sistemas de secado desde el punto de vista de la calidad final del grano y del consumo energético (Carlos de Dios, 1994).

**EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE SECADO EN ARGENTINA.**

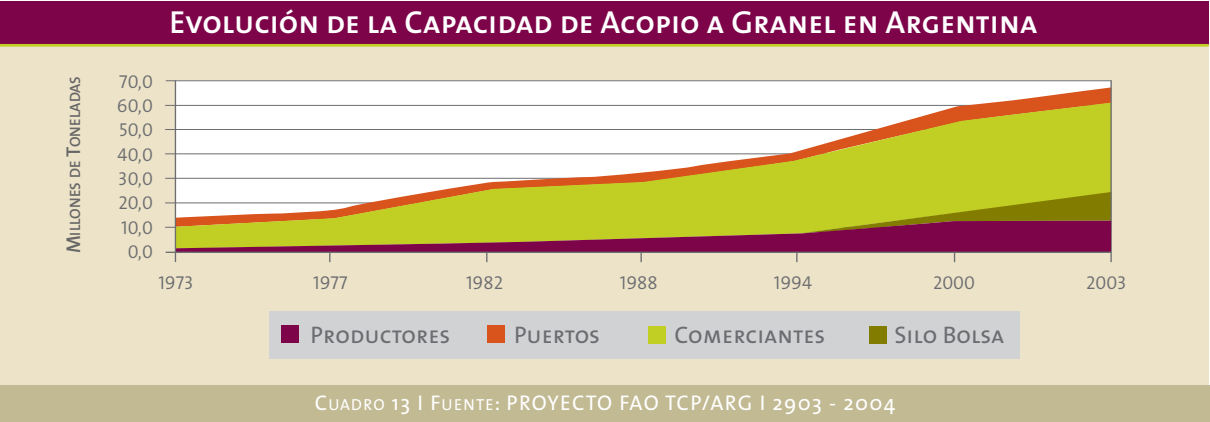
En 1993 existían alrededor de 2800 secadoras y en la actualidad existen alrededor de 3700 (Marcelo Valfiorani, 2009).

**EVOLUCIÓN DE LAS INSTALACIONES FIJAS DE ALMACENAMIENTO.**

Cuando se pasó del manejo en bolsa al manejo a granel, se incentivó a los agricultores a poseer sus propios silos. El gobierno otorgó créditos para construir hasta tres silos por productor. Pero no tardaron en aparecer problemas en estas instalaciones, echándose a perder los granos por acción de hongos e insectos, ya que la utilización de los silos no fue acompañada por la inclusión de sistemas de aireación.

**EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ACOPIO A GRANEL EN ARGENTINA.**

La capacidad de almacenaje en Argentina creció sustancialmente durante el último cuarto del siglo pasado, acompañando a la expansión de la producción. (Gráfico 13 y Gráfico 14) Esta evolución de la capacidad fue muy notoria en el sector de productores y comerciantes (acopio, cooperativas, exportadores e industriales), siendo de menor crecimiento en las terminales portuarias. En el rubro productores, se adiciona una capacidad móvil con la adopción del “silo bolsa” como instrumento de almacenaje de grano para ser comercializado posteriormente. La evolución del almacenamiento en bolsas plásticas alcanzó en la última campaña (2007/2008) una capacidad de alrededor de 32 millones de toneladas. La capacidad fija de almacenaje de grano total del

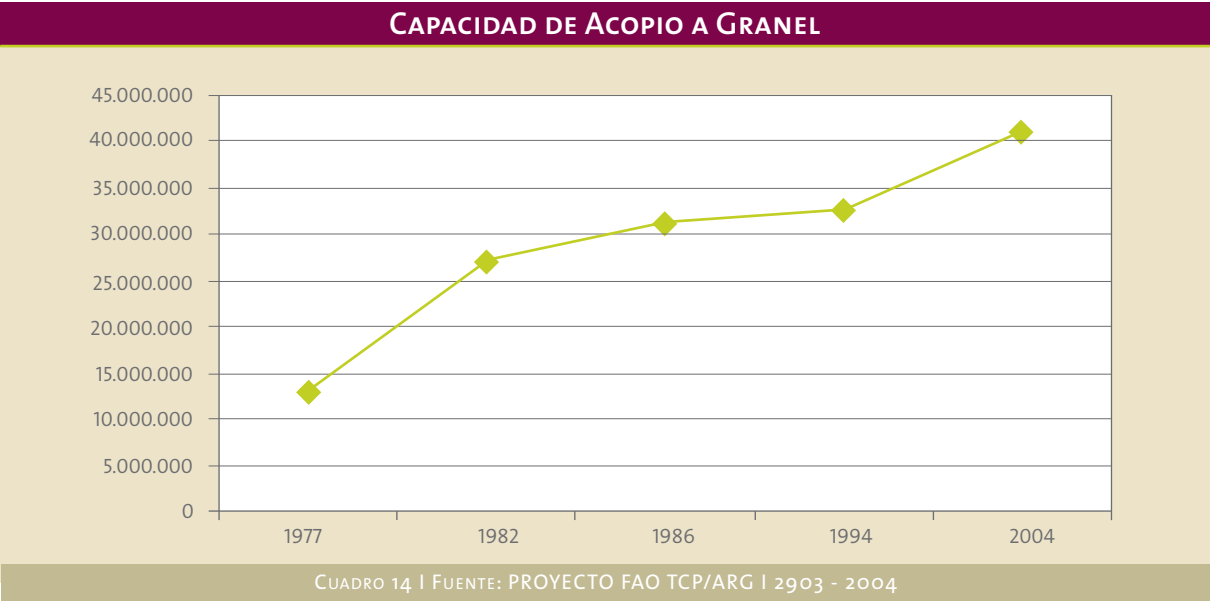


país medida para la temporada 2001/02 (sin incluir silo bolsa) se calculó en 55.83 mill/ton.

**DESARROLLO PORTUARIO.**

Las terminales portuarias de embarque de granos y subproductos granarios (harinas oleaginosas) en Argentina comprenden un total de 6.36 mill de ton de capacidad de almacenaje y un potencial de carga en buques por hora de 53200 toneladas (*Dirección de Mercados Agroalimentarios, 2008*). Este sistema portuario se puede agrupar en tres zonas que son:

- A. Marítima, que incluye a los puertos localizados sobre el Mar Argentino (Bahía Blanca, Necochea y Mar del Plata)
- B. El puerto de Buenos Aires, localizado sobre el Río de la Plata
- C. La denominada “*up River*”, donde se ubica la mayor parte de la capacidad logística portuaria y que se localiza en la ribera de los río Paraná y Uruguay. La mayor parte de la carga de maíz y soja se efectúa por los puertos de *up-River*, preferentemente en los de Rosario y San Lorenzo/San Martín.



**TRANSPORTE DE GRANOS.**

En la actualidad, el movimiento de granos en Argentina es eminentemente carretero, ya que el 91% se efectúa con camión, el 8% en ferrocarril y el 1% en barcaza. Estos porcentajes difieren sustancialmente con respecto a otros países productores, como Estados Unidos, en donde el 60% del movimiento es fluvial, o Brasil, con una participación del ferrocarril cercana al 30%. Es importante hacer notar que el movimiento de granos en Argentina históricamente se desarrolla en dos etapas:

- A. El trayecto entre zona productora y acopio (cooperativa), que comprende un denominado flete “corto” debido a la cercanía entre origen y destino.
- B. El transporte desde zona de acopio a puerto o industria, conocido como flete “largo”. La integración observada en la comercialización de granos en las últimas dos décadas impulsó el movimiento directo desde producción a industria o zona portuaria, reduciéndolo así a una sola etapa.

**FUTURO DE LA POSTCOSECHA.**

**SISTEMA DE TRANSPORTES.**

**Situación actual.** El actual sistema de transporte de granos ha dado reiteradas muestras de su ineficiencia. Los costos del transporte automotor son sensiblemente superiores al transporte ferroviario y fluvial. La flota de camiones no se ha renovado de manera satisfactoria. La mayoría de los equipos no son específicos para el transporte de granos. Los equipos obsoletos son responsables de cuantiosas pérdidas de granos en los caminos.

**Futuro.** Una mayor proporción del grano deberá transportarse con sistemas más eficientes (ferrocarril e hidrografía). Mayor integración entre los diversos sistemas de transporte. Actualización de la flota de camiones y mayor proporción de equipos graneleros

(con tolvas autodescargables). Incremento en la eficiencia de transporte, reducción de costos y de pérdidas de granos.

**SEGREGACIÓN Y TRAZABILIDAD.**

**Situación actual.** El país comercializa una menor proporción de granos de manera diferenciada. El sistema de poscosecha de granos está preparado para manejar grandes volúmenes a bajo costo, siendo inadecuado para el manejo de granos especiales, o granos diferenciados por calidad (ej. segregación de trigo por calidad panadera). Escaso volumen de grano comercializado con sistemas de trazabilidad.

**Futuro.** Una mayor proporción del grano comercializado bajo sistemas de segregación y trazabilidad por demanda de mercados externos y de la agro-industria nacional. Readecuación del sistema de manejo de granos en la poscosecha para diferenciar granos por calidad. Implementación de sistemas de trazabilidad desde la producción de granos hasta la exportación o uso final. Incorporación de la tecnología adecuada para la implementación de estos sistemas. Capacitación de recursos humanos para la implementación y el manejo de estos sistemas.

**PRODUCCIÓN, ACOPIO Y MANEJO DE GRANOS ESPECIALES.**

**Situación actual.** El país produce una pequeña proporción de granos especiales. La gran mayoría del grano producido en Argentina son “*commodities*”, tales como soja, maíz, girasol y trigo. Sistema de almacenamiento y manejo de granos poco preparado para manejar granos especiales (silos grandes), los cuales deben ser almacenados con sistemas de identidad preservada (segregación) y manejados con sistemas de trazabilidad.

**Futuro.** Por demanda de los mercados internacionales y la agro-industria local se incrementará la proporción de granos especiales producidos en nuestro país. Se deberán definir e implementar pautas de almacenamiento y manejo de granos espe-



cíficas para cada tipo de grano. La mayor demanda de procesos de segregación y la trazabilidad para el manejo de estos granos derivarán en una reestructuración del sistema de almacenamiento (mayor proporción de almacenamiento a campo, baterías de silos pequeños, etcétera).

### CERTIFICACIÓN DE ACOPIOS.

**Situación actual.** No existe un estándar claro en la industria sobre el manejo apropiado de los granos en la postcosecha. Las tareas relacionadas con el acopio y el manejo de granos se realizan de manera ineficiente, afectando la calidad del grano, tomando excesivos riesgos para con la salud de los operarios y causando mayor impacto ambiental que el necesario.

**Futuro.** Implementación de un programa de certificación de acopios para ayudarlos a mejorar el sistema de manejo de granos, incrementar su eficiencia, minimizar las pérdidas de calidad, eficientizar el empleo de energía, hacer un uso racional de pesticidas, minimizar el riesgo en la salud de los operarios y la población general, minimizar el impacto ambiental y mejorar las posibilidades del país para comercializar granos de calidad, inocuos, con valor agregado a través de la segregación por calidad, trazabilidad e implementación de buenas prácticas agronómicas en la poscosecha. Para ello se requerirá readecuar el rol del Estado a través del INTA, para implementar dichos programas de certificación y, sobre todo, de capacitación de recursos humanos. Cabe mencionar que Brasil ya ha comenzado a implementar programas de este tipo a través de la CONAB.

### ACOPIO A CAMPO.

**Situación actual.** Argentina tiene una pequeña proporción de su capacidad de almacenamiento instalada a campo (estimada entre 13 y 15 millones de toneladas), lo cual contrasta con otros países productores de granos (ej. EEUU, Canadá y Australia). La mayor proporción del almacenamiento a campo se realiza a través del sistema de almace-

namiento de bolsas plásticas herméticas (silobolsas), las cuales acopiaron cerca de 35 millones de toneladas la última campaña. La escasa capacidad de acopio a campo en estructuras fijas (silos) atenta contra la posibilidad de producir granos especiales e implementar sistemas de almacenamiento diferenciado (segregación).

**Futuro.** Mayor proporción de almacenamiento en estructuras fijas a campo, integrado con el sistema de almacenamiento en silo-bolsas. Esto permitirá eficientizar el manejo de granos en la poscosecha a nivel país, reduciendo la demanda instantánea de transporte en la cosecha, la demanda instantánea de secado, permitirá a los productores apropiarse de rentas extras por el mezclado de los granos (actualmente solo los acopios se apropian de esta renta), incrementar la proporción de granos especiales, incorporar sistemas de segregación, trazabilidad e identidad preservada de los productos. Para ello será también necesario capacitar a los productores sobre las prácticas adecuadas para el manejo de granos en la postcosecha.

### MAYOR PROPORCIÓN DE GRANOS CONSUMIDO E INDUSTRIALIZADO EN EL PAÍS.

**Situación actual.** Argentina es un país exportador de materias primas. Con excepción de la producción de harinas y aceites de soja y girasol, solo una pequeña proporción del grano se transforma en el país (negocio de pocas y grandes empresas). Gran parte del maíz se exporta como grano, al igual que gran parte del trigo.

**Futuro.** Argentina deberá transformarse en un país productor de agroalimentos. Los productos deberán ser transformados sustancialmente para poder agregar valor a través de procesos agro-industriales (alimentos, carnes, biocombustibles, etc). Los procesos agroindustriales requieren de granos especiales, con requisitos de calidad específicos. Dicha situación impulsará la demanda de productos especiales, los cuales deberán ser manejados en la postcosecha bajo sistemas de segregación y trazabilidad.

### INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍA DE MONITOREO Y CONTROL DE PROCESOS DE LA POSTCOSECHA.

**Situación actual.** El nivel tecnológico del manejo de granos en la postcosecha reviste una gran disparidad. Existen unas pocas empresas líderes en el mercado que tienden a establecer sistemas de manejos estandarizados, utilizando tecnología adecuada. Sin embargo, la gran mayoría de las instalaciones de acopio utilizan tecnología inapropiada y/o obsoleta, lo cual se traduce en ineficiencias, pérdidas de calidad y económicas y riesgos para la salud humana.

**Futuro.** La demanda de granos de calidad e inocuos por parte del mercado internacional, como así también por los consumidores y la agro-industria nacional, promoverá la incorporación de tecnologías adecuadas para el manejo de granos en la poscosecha. A su vez, los adelantos tecnológicos harán más accesible la incorporación de herramientas de “agricultura de precisión” en las operaciones de la postcosecha (ej. controles remotos y automáticos de secadoras y sistemas de aireación, monitoreo de condiciones de almacenamiento de granos en silo y bolsas, etc). Estas herramientas permitirán mejorar la logística de la postcosecha (segregación, trazabilidad) y mejorar la eficiencia.

### DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS DE POSTCOSECHA DE ACUERDO A ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE LA INDUSTRIA.

**Situación actual.** Existen en el mercado numerosas fábricas de productos relacionados al manejo de granos en la postcosecha. Sin embargo, solo algunas de ellas se manejan con estándares internacionales de la industria para el diseño y fabricación de sus productos. Dicha situación impide que los productos nacionales puedan ser exportados. A su vez, el mercado interno debe adquirir equipos que no siempre están preparados para funcionar correctamente, disminuyendo la eficiencia de las operaciones.

**Futuro.** Las empresas deberán diseñar y fabricar los equipos de acuerdo a los estándares internacionales

de la industria. Esto abrirá las puertas al mercado de exportación de un mayor número de empresas nacionales, y beneficiará al mercado interno con productos de mejor calidad y mejores prestaciones.

### ELEVAR EL NIVEL DE CONOCIMIENTO SOBRE MANEJO DE GRANOS EN LA POSTCOSECHA EN LOS DIVERSOS AGENTES INTERVINIENTES.

**Situación actual.** Existe, en general, un nivel muy bajo de conocimiento en los diversos agentes intervinientes en el manejo de granos en la poscosecha. Esto impide la implementación de buenas prácticas agronómicas para el manejo de granos, como así también la incorporación y manejo de equipos y sistemas de última tecnología. Existen pocas ofertas de carreras a nivel básico en el manejo de granos en la postcosecha.

**Futuro.** La demanda del mercado de granos de calidad forzará al sector a implementar sistemas de segregación y trazabilidad de granos, el manejo de granos con buenas prácticas agronómicas, a la certificación de acopios y a la incorporación de equipos de alta tecnología. Sin embargo, para la adecuada implementación de estos procesos se deberá contar con recursos humanos debidamente capacitados. El INTA y las universidades deberán hacer un gran esfuerzo para ofrecer una amplia gama de programas de capacitación, adecuados para cada uno de los niveles de los agentes involucrados en el manejo de granos en la postcosecha.

### USO RACIONAL DE LA ENERGÍA I ECONÓMICO-AMBIENTAL.

**Situación actual.** Existe una escasa conciencia sobre las prácticas de la postcosecha que permiten realizar un uso más eficiente y racional de la energía.

**Futuro.** Obligados por la necesidad de reducir el consumo energético, se deberán implementar aquellas tecnologías que han probado, sobradamente, economizar energía. Estas están relacionadas especialmente a la actividad del secado, donde cobrarán

mayor importancia los procesos de seca-aireación (sobre todo si se desarrollan en el país sistemas continuos), instalación de secadoras con recirculación del aire y aislación térmica (en las zonas más frías del país). Por otra parte se incrementará el uso de controladores automáticos de aireación, ya que el costo de los mismos se abarata en el tiempo (evolución de la tecnología) y constituyen una importante fuente de ahorro de energía eléctrica. También se prevé cierto incremento en el uso de fuentes de energía alternativa, sobre todo para el proceso de secado.

USO RACIONAL Y EFICIENTE DE PESTICIDAS.

**Situación actual.** Actualmente en el país el manejo de pesticidas para el control de insectos se realiza de manera totalmente irracional e ineficiente. Se hace un uso y abuso de la fosfina, prácticamente como único medio de control de insectos. Se realizan fumigaciones en instalaciones inadecuadas (no estancas), sin control de la concentración del principio activo ni respetando los tiempos de exposición recomendados para un buen control. El uso de

pesticidas líquidos también se realiza de manera irracional, y como prueba de ello Argentina comienza a tener problemas de rechazo de mercaderías en los destinos de exportación por exceder la tolerancia de diversos insecticidas. Escasa o nula implementación de sistemas de control integrados de plagas.

**Futuro.** El mercado demanda de productos inocuos para la salud humana. El complejo de manejo de granos en la poscosecha debe implementar sistemas de control integrado de plagas, donde se combina la acción mecánica (limpieza de instalaciones), con acciones físicas (aireación o refrigeración de granos) y la acción química racional (fumigaciones en instalaciones herméticas, control de la concentración del gas, respetar los tiempos de exposición y tiempos de carencia del producto). Para ello será necesario educar y capacitar a los diversos agentes intervinientes, y orientar las prácticas de postcosecha a través de programas de certificación de acopios. A su vez se prevé mayor difusión de tecnologías alternativas para el control de insectos, tales como refrigeración, tratamientos térmicos de instalaciones, ozonización, atmósferas modificadas, etc.



1990 | SECADO ESTACIONARIO | EQUIPO PARA SECADO DE MANÍ EN VAINA CON ACOPLADO TOLVA DE DOBLE PISO, VENTILADOR, QUEMADOR Y TERMOSTATO. UN HITO PARA LA PRODUCCIÓN DE MANÍ CONFITERÍA.



1993 | SECADORA DE FLUJO CONTINUO, PARA MANÍ EN VAINA Y ARROZ EN CÁSCARA



MODERNOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE SILO



1999 | PLANTAS DE SILO DE MODERNO DISEÑO CON PARANTES EXTERNOS PARA AUTOLIMPIEZA, SISTEMA DE AIREACIÓN Y ALIMENTACIÓN POR CINTA PARA EVITAR DAÑO MECÁNICO DE GRANO



1995 | PRIMEROS ENSAYOS DE SILO BOLSA CON TRIGO EN INTA MANFREDI | EMBOLSADORA ALIMENTADA POR CINTA PARA ACOPLADOS DE DESCARGA POR GRAVEDAD AG BAGG, IMPORTADOR CARLOS MÁRQUEZ (ARGENTINO RADICADO EN E.E.U.U.)



1996/97 | EMBOLSADORAS ARGENTINAS CON TOLVA DE ALMACENAJE PARA TRABAJAR CON ACOPLADOS AUTODESCARGABLES



2000 | APARICIÓN DE LOS EXTRACTORES DE SILO BOLSA CON ENROLLADO DE PLÁSTICO, PATENTE PALOU | HITO QUE FAVORECIÓ LA ADOPCIÓN DEL SISTEMA



2004/05 | PRIMEROS ENSAYOS EN INTA PRECOP BALCARCE DE DETECCIÓN DE CALIDAD DE GRANO EN SILO BOLSA POR MEDICIÓN DE O<sub>2</sub> Y CO<sub>2</sub>, CON MEDIDOR PORTÁTIL DE GASES





2004/05 | PRIMEROS ENSAYOS EN INTA PRECOP BALCARCE DE DETECCIÓN DE CALIDAD DE GRANO EN SILO BOLSA POR MEDICIÓN DE O<sub>2</sub> Y CO<sub>2</sub>, CON MEDIDOR PORTÁTIL DE GASES



2008/09 | ADOPCIÓN MASIVA DEL SILO BOLSA COMO ALMACENAJE DE GRANO TEMPORÁNEO POR PARTE DEL PRODUCTOR Y ACOPIADOR | 35 MILL/TN

## PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN.

Los primeros pasos de la Agricultura de Precisión en Argentina surgieron de unos de los viajes de capacitación técnica organizados por INTA - COOVAECO en el año 1994, con la coordinación técnica de los Ings. Agrs. M. Sc. Mario Bragachini y Eduardo Martellotto de INTA Manfredi. En un principio, se captó la idea que se quería transmitir en EE.UU. con respecto a la variabilidad que poseían los rendimientos de los cultivos y cómo empezar a manejar esa variabilidad para hacer más rentable la actividad agrícola. Durante el año 1995 se planteó una incógnita que era si los cultivos en Argentina presentaban o no variabilidad de rendimiento y si esa variabilidad era consistente en magnitud y a través del tiempo. Otra pregunta era cómo se presentaba esa variabilidad, si era natural o inducida, si era manejable o no, si manejar la variabilidad era o no factible económicamente y agronómicamente y, por último, si el productor argentino adoptaría esta tecnología. Buscando antecedentes nacionales de cómo se manejaba la agricultura extensiva 50 años atrás, se encontraron que los alambrados y los caminos no estaban ubicados caprichosamente, sino que respondían a una lógica de manejo por potencialidad productiva de los suelos. El agricultor argentino manejaba bien el concepto de variabilidad mediante la subdivisión de lotes. De acuerdo con la aptitud, ubicaba las pasturas, los cultivos intensivos, elegía las densidades y fechas de

siembra, hasta las rotaciones y las labranzas, entre otras actividades. Esto es comprobable por medio de fotografías aéreas de la época, o por las primeras imágenes satelitales, que en todos los casos tienen coincidencia con la variabilidad observada en los mapas de rendimiento, o sea que la agricultura de precisión o el manejo por ambientes (zonas homogéneas) no comenzó con las coordenadas de GPS en Argentina, sino que ya en el año 1949 se realizaban delineamientos de zonas con alambrados o caminos.

## INICIO DE ACTIVIDADES DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN ARGENTINA.

En el año 1996 se realizó el primer mapa de rendimiento en conjunto con la empresa D&E (Marcelo Duggan - Miguel Ezcurra) y con la gente de Trimble y Ag Leader en Monte Cristo, Provincia de Córdoba, con la ayuda en ese momento de los hermanos Amuchástegui de Tecnocampo, que estaban tan motivados como el INTA Manfredi para asumir el desafío. El monitor de rendimiento utilizado fue el Ag Leader 2000 y el *software* Farm Works. El primer mapa se realizó en un lote de maíz de mucha variabilidad de rendimiento, con 3 personas dentro de la cabina de la cosechadora, un celular conectado casi continuamente con EE.UU., una *notebook* conectada al monitor y una antena correctora semi estacionaria (DGPS) colgada en un molino. Desde un comienzo se observó la potencialidad de

información de los mapas de rendimiento, buena utilidad para realizar correcciones de manejo, sin actividad extra para cosecha de datos.

Cosechar, se debía cosechar, sumarle el monitor no implicaba una tarea extra para obtener datos, sólo se incrementaban los costos por la compra del equipo. Los productores y técnicos que observaban el mapa empezaron a encontrar respuestas y posibles soluciones de manejo, descubrían y cuantificaban errores costosos para el sistema.

Durante el año 1996/1997 el INTA lo difundió y se instalaron 50 monitores de rendimiento en Argentina y, en 1998, 200 monitores. Paralelamente se comenzó a trabajar con las sembradoras de dosis variable de semilla y fertilizante, con una adopción más lenta (D&E/Agrometal/INTA).

En esa época ocurre un hito en el desarrollo de la Agricultura de Precisión en Argentina que es la colocación de la primera antena correctora BECON, colocada en San Carlos, Santa Fe en el año 1997, la segunda antena se colocó en Bolívar, Bs. As. en el año 1999 y la tercera en Las Lajitas, Salta en el año 2000, poseen un radio de corrección de 400 km. Esto facilitó enormemente la adopción, Trimble/ D&E. Las barras de luces para guiar el trabajo con aviones y pulverizadoras autopropulsadas, tuvieron una adopción masiva a partir del año 2000 y hoy no se vende una pulverizadora autopropulsada sin guía satelital.

**1998/99.** Lanzamiento del Proyecto Agricultura de Precisión en el INTA con sede en la EEA Manfredi. Se marca como finalidad “Desarrollar en el país capacidades tecnológicas para viabilizar el cambio de los sistemas productivos intensivos con manejo uniforme hacia sistemas con conceptos de Agricultura de Precisión más eficientes/productivos y sustentables”.

## MAYOR PRODUCCIÓN CON SUSTENTABILIDAD DEL AMBIENTE PRODUCTIVO.

En el año 1999 se comenzó a trabajar con los sensores de lectura de cultivo infrarrojo cercano (pasivos) N Sensor de Hydro en trigo y maíz. Sensores de índice verde y biomasa para aplicación de Nitrógeno líquido UAN chorreado en incorporado D&E/

VHB/INTA/Tecnocampo. Posteriormente, se continuó con sensores activos Green Seeker hasta la actualidad, en INTA Paraná, Ing. Agr. M. Sc. Ricardo Melchiori, responsable de sensores remotos del Proyecto Propio de la Red Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas de INTA.

Por otro lado, desde el año 1998 hasta la actualidad se realizaron ensayos de curva de respuesta con fertilizante nitrogenado en maíz en lotes con alta variabilidad (lomas, media lomas y bajos) para lograr obtener la respuesta sitio específica del cultivo a ese insumo. A su vez, al notar que existía respuesta a las diferentes dosis aplicadas de fertilizante y por ambientes, se decidió probar con otros insumos como semilla y otros fertilizantes. Posteriormente, con otros cultivos como soja y trigo. Las curvas de respuesta permiten conocer con mejor aproximación la dosis y las densidades óptimas según el objetivo de rendimiento a lograr y según el costo de los insumos. En el año 2000 se comenzó a notar un gran crecimiento de las empresas privadas que brindaban servicios de agricultura de precisión, donde el productor comenzaba a tener mayores facilidades para implementar la tecnología en su campo y esto brindaba un valor agregado de seguridad del logro, interpretación y manejo de datos recolectados.

El mayor desarrollo de productos de AP se logró en el año 2002, cuando en Argentina se produjo la devaluación del peso, pasando a tener una relación de 3 a 1 respecto del dólar, lo que brindó mayor competitividad a los productos nacionales en comparación con los importados. De esta manera, el campo también ganó en competitividad y, a su vez, las herramientas de AP nacionales tenían un costo 3 veces menor que los productos importados, en su mayoría de EE.UU.

Durante el año 2002 y con el gran crecimiento de las herramientas de AP, se comenzó a notar la escasez en la información base, que todavía al año 2009 no se logra emparejar. O sea, demasiada maquinaria para poca información de manejo.

En el año 2003 se comenzó una nueva era de la AP, que se inclinaba más hacia el control de la maquinaria y la profesionalización del campo, donde todas las herramientas de control pasaron a tener mayor importancia a la hora de tomar decisiones de compra. Con estas herramientas se empezaron a

entender errores que normalmente no se podían cuantificar anteriormente en el campo, y a esos errores se los comenzó a cuantificar en magnitud física y económica en la actualidad. En el año 2004 se empezó a utilizar **la transmisión de datos en tiempo real** en las actividades de campo y esto brindó un conocimiento extra a lo que anteriormente se venía llevando a cabo (analizar los datos posteriormente a la actividad realizada, por ejemplo, siembra, pulverización, cosecha, almacenaje de granos, etcétera). De esta manera, y teniendo los datos de lo sucedido en tiempo real, se podían evitar problemas de velocidades de trabajo, dado que sólo era un monitoreador, pero no podían relacionarse los datos medidos con velocidades u horas del día. Además, el poder visualizar detrás de una PC conectada a Internet el trabajo de las máquinas en tiempo real, mejoraba el control y posibilitaba evitar errores voluntarios e involuntarios de trabajo, que significaban mucho dinero, por ejemplo, velocidad de siembra de maíz, velocidad de cosecha en soja. En el año 2005 se logró el **primer monitor de rendimiento nacional IGB, con transmisión de datos a una página de Internet que registraba el mapa sobre una imagen satelital del Google**. A su vez, el crecimiento en monitores de siembra llevó a la exportación hasta EE.UU. También crecieron las prestaciones de los monitores de siembra, banderilleros satelitales, monitores de dosificación variable, monitores de rendimiento, etcétera.

En el año 2006, el mejor indicador de la fuerza que la Agricultura de Precisión había tomado se observó en el curso anual que organizó INTA Manfredi, donde se pasaron de 350 a 800 personas interesadas, y donde se observó el crecimiento de todas las herramientas de AP utilizadas y la asistencia de más de 50 empresas que acompañaron el evento. Ese año fue de numerosos cambios y se comenzó a ver el peso del **autoguía en maquinaria de siembra, pulverización y cosecha, los sensores y monitores de calidad de granos que miden en tiempo real la proteína, el aceite y la humedad en la noria de grano limpio**. *(Zeltex/INTA Manfredi)*

Durante el año 2007 se lograron mejorar las prestaciones de transmisión de datos asociadas a las mediciones que realiza en tiempo real en la maquinaria, arrojando el número de semillas que siembra, los kg

MERCADO DE AGROCOMPONENTES PARA MÁQUINAS PRECISAS Y AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN ARGENTINA I 2007	
BANDERILLERO SATELITAL EN PULVERIZADORAS	42.3%
MONITOR DE RENDIMIENTO	24.7%
MONITOR DE SIEMBRA	15%
GUÍA AUTOMÁTICO	9.1%
BANDERILLEROS SATELITALES PARA AVIONES	9.1%
DOSIS VARIABLE PARA SEMBRADORAS Y FERTILIZADORAS (SÓLIDO)	4.6%
DOSIS VARIABLE PARA LÍQUIDO	1.3%
CUADRO 17 I FUENTE: INTA MANFREDI	

de fertilizantes, la velocidad, etcétera. También se consiguió asociar el dato de una estación meteorológica puesta en la pulverizadora para la toma de decisiones en tiempo real (sobre si se debe continuar la aplicación, etcétera). En lo que se refiere a almacenaje, se logró monitorear los granos y su estado en tiempo real, viéndolos en una PC en la oficina. En el año 2008 se mejoró la calidad de los ensayos y la información recolectada, pero el crecimiento en ventas y desarrollo mermó debido a la crisis global, la sequía y los conflictos internos. Asimismo, muchas empresas de desarrollo lograron un auto-guía de origen nacional y control de secciones para pulverizadoras de manera automatizada. Se consiguió posicionar la AP Argentina como líder en Latinoamérica, y eso quedó evidenciado en el exitoso 8° Curso Internacional de Agricultura de Precisión y 3ª Expo de Máquinas Precisas, realizado del 14 al 16 de Octubre de 2008, con 75 empresas exponiendo (11 de ellas con demostraciones dinámicas), cursos de capacitación simultáneos, 1.300 asistentes, 90 de ellos internacionales, de más de 15 países. Esto indica un liderazgo tecnológico a nivel latinoamericano en Agricultura de Precisión para cultivos extensivos. El mercado de agrocomponentes para máquinas precisas y Agricultura de Precisión en Argentina en el 2007 superó los 31 m/U\$, sobrepasando en un 50% el valor dólar al del 2006, con una distribución porcentual, como indica el siguiente cuadro: Este mercado creció un 290% en 4 años (2003/2007) en el rubro del sector de mayor crecimiento durante ese período.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN	
	SEPTIEMBRE 2008
MONITORES DE RENDIMIENTO	4.500
DOSIS VARIABLE PARA SEMBRADORAS, FERTILIZADORAS (SÓLIDO)	1.000
DOSIS VARIABLE PARA FERTILIZADORAS (LÍQ.)	335
MONITORES DE SIEMBRA DIRECTA	8.000
BANDERILLEROS SATELITALES PARA PULVERIZADORAS	9.000
BANDERILLEROS PARA AVIONES	690
GUÍA AUTOMÁTICA	400
SENSORES DE N EN TIEMPO REAL	14
SENSORES DE ELECTROCONDUCTIVIDAD	5
CUADRO 18 I FUENTE: INTA MANFREDI	

Otro dato importante es que los 31 m/U\$ de los agrocomponentes precisos que se venden en Argentina, más de la mitad son de origen nacional y muchos de ellos ya se exportan a varios países. Eso quedó reflejado en este rubro en el 2008, teniendo una balanza comercial positiva, o sea que exportamos más de lo que importamos.

Actualmente en Argentina existe un buen equipamiento de herramientas de Agricultura de Precisión.

Cuadro de adopción comparativa con Brasil. *(Cuadro 19)*

HERRAMIENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN SUDAMÉRICA AL 2008						
PAÍSES	GUÍA MANUAL BANDERILLEROS	MONITOR DE SIEMBRA	MONITOR DE RENDIMIENTO GPS	DOSIS VARIABLE (SEMILLA Y FERT.)	PILOTO AUTOMÁTICO	DOSIS VARIABLE LÍQUIDA
BRASIL	18.000	6.000	2.000	1.300	1.200	10
ARGENTINA	9.000	8.000	4.500	1.000	400	300
OTROS PAÍSES	2.000	1.200	1.000	50	50	25
TOTAL	29.000	15.200	8.000	2.350	1.650	335
CUADRO 19 I FUENTE: PROYECTO AGRICULTURA DE PRECISIÓN, INTA, D&E, OTROS INFORMANTES						

#### AÑO 2009, MIRANDO AL 2020.

En Agricultura de Precisión, el ritmo de innovación supera cualquier predicción futurista. En lo que va del 2009, en Argentina se consolidan definitivamente algunas herramientas ya consideradas normales en la agricultura Argentina, o sea tecnología que supera el 15% de adopción es considerada como adoptada. En esa escala se ubican: *(Cuadro 20)* Ahora bien, está claro que existe otra tecnología de menor adopción actual, pero con mucho potencial en el corto plazo, como ser el sistema de autoguía satelital en tractores y cosechadoras, en tractores especialmente de gran potencia para sembradoras de gran ancho de labor. Hoy hay sólo 450 equipos, pero en el 2008, con respecto al 2007, aumentó un 143% sus ventas, lo cual indica el nivel de adopción futuro. Otro equipamiento que tuvo un aumento significativo de adopción en los últimos 12 meses fueron las pulverizadoras con equipo de aplicación variable de fertilizante líquido, frente al valor relativo del nitrógeno en comparación con el maíz y el trigo, y el mayor conocimiento de la variabilidad y el manejo de nitrógeno sustentable por ambiente altamente rentable. Hoy ya hay 350 pulverizadoras/fertilizadoras para dosis variable y esto tuvo un aumento en el 2008 (en comparación con el 2006) del 337%, muy significativo. Otras áreas temáticas que están creciendo significativamente, y que despertarán cuando el valor de los equipos disminuya, será todo aquello referido a los sensores NIRS, que leen reflectancia de color y



	PARQUE ACTIVO	% DE ADOPCIÓN
MONITORES DE RENDIMIENTO SATELITAL	24.000 COSECHADORAS	18,75%
MONITORES DE RENDIMIENTO SATELITAL EN PULVERIZADORAS DE AUTOPROPULSADAS	12.500	72%
MONITORES DE SIEMBRA INTERACTIVOS PARA SEMBRADORAS DE GRANO GRUESO	22.000	36%
BANDERILLEROS SATELITALES PARA AVIONES	500	100%
CUADRO 20   FUENTE: INTA MANFREDI		

biomasa de los cultivos, o bien proteína y aceite del grano. El INTA ya tiene los ensayos que demuestran su variabilidad de uso y beneficios. Seguramente, en el 2020 nadie que pretenda ser eficiente y competitivo podrá manejar su campo como promedio y los productores que manejen la tecnología de manejo de los insumos por ambiente serán los que se queden con la renta de la agricultura argentina.

Es evidente que se ajustará todo al máximo y todas las máquinas serán gobernadas por software muy ágiles y fáciles de manejar. Esto integra una gran cantidad de conocimientos agronómicos, que bien alimentados por sensores y el conocimiento agromónico de los técnicos y productores, llegarán a ser verdaderas máquinas inteligentes, ya que operan en el campo en forma automática, utilizando todos los conocimientos disponibles, no el conocimiento del operador más avanzado, y allí sí que la inteligencia de la máquina superará al operario.

Para ello, las máquinas tendrán mucha asistencia eléctrica con sistema *Cam Bus*, la electricidad reemplazará a la hidráulica y a la mecánica en los actuadores y el desarrollo de sensores de la próxima década colocados sobre máquinas y satélites que permitan detectar y analizar factores agronómicos hoy desconocidos, como ser la tensión de vapor de la canopia para medir grado de stress, la humedad y la temperatura del suelo, la profundidad de napa, profundidad de tosca, la productividad potencial de los suelos, las condiciones predisponentes para las plagas y enfermedades, y cámaras multiespectrales con más de 400 bandas que permiten captar hasta deficiencias nutricionales a través de la lectura del cultivo, entre otras cosas.

La producción agropecuaria del futuro tendrá la

Agricultura de Precisión como aliada y Argentina es hoy el referente en Latinoamérica para cultivos extensivos. Una ventaja competitiva y comparativa que no debemos perder, sino aprovechar. El futuro depende del trabajo eficiente de la Red Agricultura de Precisión, en la cual están las instituciones, las universidades, los productores, los industriales, y el INTA coordinando con sede en Manfredi.

RESUMEN CRONOLÓGICO.

1949.

Manejo por ambiente con alambrados y caminos
1980.

Involución del manejo por ambientes, crecimiento del ancho de la maquinaria. Unificación de ambientes. Manejo promedio de ambientes diferentes.
1995.

Primer mapa de rendimiento realizado en Manfredi, donde se comenzó a ver la variabilidad de suelos y, por ende, del rendimiento.
1996.

Se empezó a recopilar información de mapas de rendimiento y se comenzó con la dosificación variable en una sembradora Agrometal GX con el sistema de Ag Leader y Rawson.
1997.

Comienzo de recopilación de información de ensayos a campo en lugares con variabilidad topográfica.
1998.

Cosecha de ensayos exploratorios de los cuales se lograrían la primera recopilación de datos, para posteriormente conocer las dosis óptimas agronó-

- micas y económicas de fertilización nitrogenada en maíz.
1999.

Se comienzan a recopilar datos de ensayos en diferentes tipos de lotes con variabilidades diferentes, como topográficas o por génesis de suelo, y bajo diferentes sistemas en secano y bajo riego. Conjuntamente se da la puesta a punto de las herramientas de la AP y se prueba el primer sensor de índice verde y biomasa (pasivo) con las empresas Hydro y D&E.
2000.

Se comienza a notar el gran crecimiento de las empresas de servicios debido a la gran demanda por parte de productores acerca de las herramientas de AP.
2001.

Conjuntamente con la devaluación impuesta por el gobierno en ese momento, comienza una nueva era en la AP en Argentina. En esa etapa, el desarrollo nacional toma especial importancia, logrando imponerse en el mercado. También se consigue llegar a la exportación de algunos productos.
2002.

Hay una concientización sobre la búsqueda de mayores datos agronómicos y la utilidad de los ensayos a campo para ser cosechados con monitores de rendimiento.
2003.

Se comienza una nueva era de la AP, que se inclina más hacia el control de la maquinaria y a la profesionalización del campo, donde todas las herramientas de control pasan a tener mayor importancia a la hora de tomar decisiones de compra.
2004.

Otra visión de la AP que no es sólo para el logro de la dosis variable según ambientes, sino que en nuestro país el control de las actividades y la trazabilidad de los trabajos realizados por la maquinaria toma mayor importancia.
2005.

Logro del primer monitor de rendimiento de origen argentino (IGB) con transmisión de datos en tiempo real a una página web o a un teléfono celular.
2006.

Primeros trabajos con monitores de proteína, aceite y humedad de granos en la noria de la cosechadora.

**2007.** Realización del curso de AP más grande del mundo desarrollado en INTA Manfredi, localidad de Manfredi, Provincia de Córdoba, Argentina. Comienzo de la robotización en la maquinaria agrícola.



**2008.** Año donde la transmisión de datos en tiempo real desde la maquinaria tecnificada ya no se discute y se manejan diferentes maneras de realizar dicha transmisión de datos, por ejemplo, vía GPRS, comunicación satelital y/o radio frecuencia. Primeras mediciones de tosca y napa freática utilizando sistema de radar.

**2009.** Lanzamiento de piloto automático de origen nacional Firma Verion con control de secciones de ancho de botalón y dosificación variable en pulverizadoras.



GANADERÍA MECANIZADA.

EVOLUCIÓN DE LAS MÁQUINAS DE FORRAJE CONSERVADO EN ARGENTINA.

El Forraje Conservado en Argentina, como en todo el mundo, comenzó con el corte de pasturas (cortadoras manuales), tipo hoz, y luego se evolucionó (1940/1950) a una cortadora tipo guadaña. El pasto cortado se dejaba orear a la intemperie, una vez seco se hacían parvines con horquillas manuales, posteriormente se juntaban con un carro de tracción a sangre y se hacía una gran “parva” muy cerca del corral de los animales, localizado generalmente detrás de la casa del productor.

O sea que en 1949 existía en Argentina muy poco uso de maquinaria de forraje, casi todo tracción a sangre, incluso los productores más modernos utilizaban segadoras alternativas de 1.6 m de ancho, traccionadas a caballo. Eran de origen europeo o

estadounidense. Estas máquinas guadañadoras de cuchillas alternativas (cortadora de arrastre con barra segadora Mainero 1970) cortaban muy bien las pasturas y hacían un pequeño parvín con peines. El movimiento de la cuchilla era tomado de la rueda de la cortadora, que generalmente era tirada por 2 ó 4 caballos.

Luego, en la década de 1960, con la generalización de los tractores en Argentina, comenzaron a diseñarse y a construirse máquinas más sofisticadas, como las corta hileradoras autopropulsadas con molinete y lonas de acarreo central y lateral SODE. Se importaron algunas enfardadoras prismáticas que realizaban fardos de forraje de 18 a 22 kg. cada uno. Primera enfardadora Mainero (1970).

Luego, unos años después (1970) aparecieron las corta hileradoras de arrastre por tractor con TDP ó 540 RPM, 2 hélices contra rotante de 2,6 a 2,8 m de ancho de trabajo, que cortaban e hileraban con una hilera central. Como el ancho no daba para que una enfardadora tuviera un volumen apropiado, nació el rastrillo estelar hilerador, o sea, el rastrillo de ruedas por fricción del suelo (1970).

Paralelamente, en esta época aparece el silaje picado grueso de maíz y sorgo azucarado (llamado sudan), que brindaba otra alternativa de forraje conservado, en este caso de alta energía, cuando se ensilaba maíz con mucho grano, pero la calidad del silo picado grueso era mala.

**1965/1970.** Aparecen máquinas picadoras de arrastre y autopropulsadas tipo Mayales picado grueso con un ancho de 2.10 m aproximadamente en autopropulsadas Araus, Folguera, Richiger y Mainero, entre otros (de arrastre). Silaje de pasto y sorgo sudan crecían de recolectar poco maíz.

**1970.** Mainero produce la primera enfardadora prismática.

**1972.** También produce corta hileradoras guadañadoras por disco rotativo y por platos y cuchillas corta. Aparecen además los rastrillos estelares en Mainero.

**1974.** Mainero fabrica la picadora de maíz para planta entera de uno y dos surcos, ya con cilindro picador.

**1979.** Se comienzan a generalizar los tanques de frío en los tambos.

**1980.** Se fabrica la primera roto enfardadora para heno. Mainero, SODE, Monterrey, Susana, entre otras picadoras.

**1985.** Aparecen las primeras picadoras de picado fino autopropulsadas para maíz y pasturas, de origen norteamericano y europeo, New Holland y Claas (270 cv), 4 hileras para maíz.

**1990.** Aparecen las primeras máquinas para heno-laje empaquetado. Rollos cubiertos con plástico, mini silos de 50% de humedad (Sode, Mainero, Vassalli). También en ese año se comienza masivamente a fabricar los acoplados mezcladores de ración llamados *Mixer*.

**1993.** Aparecen las embolsadoras chicas de 5 y 6 pies para grano húmedo, 25 a 30% de humedad, con sistema quebrador de grano por rodillo. Aparecen también las primeras cortadoras con discos y acondicionados Khun, John Deere, New Holland, 50 máquinas.

**1993/1994.** Aparecen las embolsadoras de 9 pies de diámetro para silaje de maíz, sorgo y pasturas con y sin motor, 220 tn. Máquinas RotoPress de EE.UU. Se crea el Proyecto PROPEFO del INTA, calidad y cantidad de forraje conservado (1994/1994).

**1995.** Crecen las picadoras de arrastre de 2 hileras en Argentina, se llegan a vender 233 máquinas, también crecen las autopropulsadas (22), entre ellas algunas fabricadas en Argentina, por ejemplo, Marani. Dominan en esos años las picadoras importadas de Alemania, Claas.

**1997.** Aumentan las ventas de las cortadoras segadoras con discos y cuchillas cortas con barra flotante y acondicionadores a rodillo. Se venden 207 máquinas en un año. Desde 1997, aumenta la demanda de los acoplados *mixer* con balanza electrónica, se venden 400 en ese año, predomina el *mixer* mezclador convencional. Crecen las embolsadoras de silo de 9 pies (se venden

69 máquinas) y de 6 pies para grano húmedo (se venden 143 máquinas). Ese año fue el récord de ventas de rotoenfardadoras: se venden 981 máquinas y 100 enfardadoras chicas.

**1997.** Se llegan a vender 56 picadoras autopropulsadas con mayor tamaño y se comienza a difundir el silo *bunker* con pared de cemento para tambos de gran escala.

Ensayo comparativo de INTA PROPEFO entre una roto enfardadora (1.80 x 1.50m) y una enfardadora gigante (fardo de 500 kg.). Datos muy contundentes de capacidad de trabajo y calidad a favor del fardo gigante.

Desde ese año hasta el presente, las ventas de equipos de forraje no crecen sustancialmente debido, entre otras cosas, a la falta de competitividad de la ganadería bovina (leche y carne), con el cultivo de la soja. La agricultura incorporó más tecnología que la ganadería. La ganadería de carne arrastra en su proceso una cría ineficiente con bajo índice de preñez y destete. Los tambos en Argentina poseen una buena genética, pero la alimentación y el manejo es muy perfectible, ambos sistemas en Argentina requieren de una mejora nutricional y allí la mecanización del forraje conservado y las dietas balan-

ceadas serán la clave. La ganadería de los últimos años también tuvo que adoptar la Siembra Directa en la siembra de pasturas, verdes de invierno y maíz/sorgo para silos. Los contratistas de picado han crecido en cantidad y calidad, hoy el productor de leche y carne contrata el silo *bunker* o bolsa “llave en mano”, o sea, el contratista hace todo.

En el año 2005 aparecen las embolsadoras de 9 y 10 pies con motor propio y autopropulsadas. En cuanto a los *mixer*, en el año 2008 se vendieron 80 *mixer* verticales con cuchilla para moler rollos, es decir, una ración balanceada con fibra larga (alfalfa). Esto, sin duda, marca una tendencia definida en este rubro.

También durante el 2008/2009 creció significativamente el embolsado de silaje de maíz, respecto de otros sistemas como torta o puente. En el año 2007 el INTA Manfredi informa que la maquinaria de forraje conservado tiene el siguiente mercado: (*Cuadro 21*).

**LA TENDENCIA PARA EL 2020 EN FORRAJE CONSERVADO SERÁ LA SIGUIENTE.**

El alto costo del uso de la tierra y la ineficiencia del

TIPO	CANTIDAD
CORTA HILERADORA TIPO HÉLICE	1.500
CORTA HILERADORA CON ACONDICIONADOR	130
CORTA HILERADORA CON ACONDICIONADOR AUTOPROPULSADA	8
RASTRILLOS ESTELARES DE 4 HASTA 12 RUEDAS	770
ROTOENFARDADORAS	680
ENFARDADORA PRISMÁTICA DE 25 A 30 KG.	38
PICADORA AUTOPROPULSADA	70
PICADORA DE ARRASTRE	75
EMBOLSADORA DE GRANO HÚMEDO DE 6 PIES	30
EMBOLSADORA DE FORRAJE GRANDE DE 9 PIES	60
ACOPLADOS FORRAJEROS	350
ACOPLADOS MIXER	850
CUADRO 21   FUENTE: INTA MANFREDI	



uso de cosecha de pasto con el sistema pastoril producirán un rápido giro productivo de la producción bovina hacia la estabulación, o sea, tambos y feed lot con animales encerrados a corral donde el hombre entregará una ración balanceada. La producción bovina argentina de leche e invernada será obligatoriamente intensiva y de alta productividad. En ese esquema juega un papel estratégico la ración balanceada, donde el silo de alta energía (maíz) con los granos proteicos, luego de pasar por la industrialización (harinas proteicas), más las fibras largas (rollos de alfalfa o fardos de 500 kg), los concentrados y todos los desechos de la agroindustria, dentro de un mixer, constituirán la dieta animal de los próximos años, es decir, una alimentación animal muy mecanizada.

Los silos serán, en su gran mayoría, embolsados en bolsas de 10 y 12 pies, las picadoras tendrán NIRS de lectura de NDVI y ajuste automático del largo de picado, también el mismo NIRS, pero dentro de cuello del sínfin de la piadora leerá el verde determinando la necesidad y dosis de aplicación automática de bacterias (inoculación) fermentativas. El quebrado de grano será una constante en las picadoras, el cabezal será de 10 m de ancho, y la potencia requerida será entregada por dos motores de un total de 1000 cv, un motor de 600 cv para picado y transporte, y otro de 400 para picado solamente, o sea, acoplado. Otra novedad que entregarán de serie las picadoras será los neumáticos de alta flotación con variación de la presión para trabajo y transporte. Los *mixer* serán verticales con rotor de cuchilla, para moler y mezclar fibra larga de alfalfa, los rollos quedarán para juntar rastrojo (fibra de baja calidad). Estos mixer tendrán en un 100% balanzas programables para multi ración, y las alfalfas serán cortadas con segadoras de disco con acondicionadores, hilerados con rastrillos accionados por TDP (toma de potencia), o sea, con dientes que no aporten tierra. La henificación se realizará con enfardadoras gigantes de 500 a 1.000 kg el fardo. Las vacas y novillos tendrán identificación electrónica y se pesarán automáticamente para recibir raciones específicas individualizadas, dando origen a la ganadería de precisión.

Se utilizarán cámaras de video con señal GPRS y por Internet se podrá seguir el rodeo, los feed lot y los

tambos estabulados tendrán tratamientos de efluentes con plantas de biogas, biofertilizantes que se distribuirán con equipos de riego pívot central donde halla agua, de lo contrario con estercoleras de líquido y sólido se distribuirá el biofertilizante. O sea que la ganadería estabulada será toda mecanizada. Esto será posible bajo un esquema productivo de alta eficiencia del uso de la tierra (bien caro y escaso).

Se trabajará mucho en mecanización del confort animal, corrales de tambo con rascadores mecánicos, tratamiento automatizado de enfermedades y con excelentes condiciones de trabajo para el operario. Los tambos tendrán ordeñadoras automatizadas y en los lugares de alta temperatura, habrá sistemas de pulverización de agua con ventiladores para bajar la temperatura.

Está muy claro que la ganadería bovina del futuro (2020) tendrá la mecanización del forraje, la preparación y el suministro de dietas, el confort animal, el control sensorizado, el automatismo de los controles lecheros y órdenes de alimentación individual en caso de tambo. El control a distancia de los rodeos será una constante, tendrá mucho que ver la electrónica, las telecomunicaciones y los software específicos en la llamada ganadería de precisión.

Muchos de estos aspectos ya son conocidos y utilizados en los países desarrollados, donde la tierra tiene alto valor desde hace tiempo. En la Argentina, estos desarrollos se vieron postergados por el bajo costo de la tierra (hasta 2002), pero eso cambió en los últimos años y provocará que el proceso de modernización tecnológica de la ganadería llegue mucho más rápido de lo previsto. El aumento de la eficiencia productiva en la ganadería es una necesidad de supervivencia existencial frente al desarrollo tecnológico de la agricultura, que en los últimos años invirtió más dinero y capacitación que la ganadería. A partir del año 2010 esta tendencia será revertida, la ganadería bovina de carne/leche crecerá en Argentina de la mano de una mayor aplicación de tecnología, otorgando el valor agregado a la soja argentina, que es la proteína más barata del mundo.

La ganadería del 2025 estará integrada verticalmente con la cadena de alimentos, o sea, un productor de granos y forraje, una planta de productos balanceados y raciones, un tambo estabulado y/o un *feed lot*,

una industria de procesamiento de leche o un frigorífico y la cadena de transporte y comercialización, todo integrado desde el campo del productor.

Es decir que el ganadero o lechero de producción primaria desvinculado del resto de la cadena tenderá a desaparecer.



1900 | CORTE DE FORRAJE MANUAL POR HOZ CON ANDANADORA



1940 | CARRO FORRAJERO DE TRACCIÓN A SANGRE PARA CARGAR PASTO | RECOLECTANDO ESPIGAS DE MAÍZ COSECHADAS A MANO CON MALETA PARA ALIMENTACIÓN DEL GANADO



1940-1955 | CORTADORA GUADANADORA ALTERNATIVA TRACCIÓN A SANGRE CON MOVIMIENTO ALTERNATIVO PROVISTO DE LAS RUEDAS Y CAJA DE ENGRANAJES



1960 | PRIMERAS EXPERIENCIAS DE SILAJE DE MAÍZ Y PASTURA REALIZADO CON PICADORA DE ARRASTRE PICADO GRUESO, CARRO DE TRANSPORTE CON DESCARGA MANUAL



1960 | PRIMERAS EXPERIENCIAS DE SILAJE DE MAÍZ Y PASTURA REALIZADO CON PICADORA DE ARRASTRE PICADO GRUESO, CARRO DE TRANSPORTE CON DESCARGA MANUAL







1965 – 1970 | CORTADORA IMPULSORA A MAYALES PARA CORTE, ALMACENAJE, TRANSPORTE Y SUMINISTRO DIRECTO DEL PASTO FRESCO AL GANADO



CORTADORA TIPO DOBLE HÉLICE DE 2,80 M DE ANCHO. TDP DEL TRACTOR 530 RPM | SU USO SE EXTENDIÓ DESDE 1965 HASTA LA ACTUALIDAD



1985 | PRIMERAS PICADORAS DE PICADO FINO AUTOPROPULSADAS PARA MAÍZ, SORGO Y PASTURAS. 270 HP | CABEZAL DE 4 HILERAS PARA MAÍZ | UNA REVOLUCIÓN EN CAPACIDAD Y CALIDAD DE PICADO FINO



1970 | APARICIÓN DE LA ENFARDADORA PRISMÁTICA EN ARGENTINA | ENFARDADORA DE ARRASTRE CON TDP DE 540 RPM, ATADO POR ALAMBRE



1979 | SE COMIENZA A GENERALIZAR EN LOS TAMBOS DE ARGENTINA LOS TANQUES DE FRÍO



1990 | DIFUSIÓN DE LA MOLIENDA DE ROLLOS PARA FORMULACIÓN DE RACIÓN



1990 | COMIENZO DE LA UTILIZACIÓN DE ACOPLADOS MIXER RACIONADORES - MEZCLADORES DE FIBRA CORTA CON SINFINES HORIZONTALES



1980 | PRIMERAS ROTOENFARDADORAS FABRICADAS EN ARGENTINA | MAINERO, SODE, IMPECOR, MONTERREY, SUSANA, ENTRE MUCHAS OTRAS



1992 | DIFUSIÓN DE LAS PICADORAS DE ARRASTRE DE PICADO FINO DE 2 HILERAS PARA MAÍZ FABRICADAS EN ARGENTINA E IMPORTADAS DE EE.UU. Y EUROPA



1993 | EMPAQUETADORA DE ROLLOS PARA HENOLAJE EMPAQUETADO





1993 | ENOLAJE EMPAQUETADO TIPO SILO LINE



1993 | EMBOLSADORAS - QUEBRADORA PARA EMBOLSADO DE GRANO DE MAÍZ Y SORGO DE ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD | BOLSAS DE 6 PIES, 60 TON



1998 | APARICIÓN DE LAS BALANZAS ELECTRÓNICAS PARA ACOPLADOS MIXER PARA FORMULACIÓN EXACTA DE RACIONES EN TAMBOS ALTA PRODUCCIÓN



1999 | EMBOLSADORAS DE 9 PIE, FABRICADO EN ARGENTINA, CON MOTOR PROPIO Y DESCARGA FRONTAL.



1997 | APARICIÓN GENERALIZADA DE LAS CORTADORAS/ACONDICIONADORAS CON DISCOS SOBRE BARRA FLOTANTE | MEJOR CALIDAD DE CORTE Y MENORES PÉRDIDAS DE CALIDAD POR MAYOR VELOCIDAD DE SECADO



1997-98 | ENFARDADORA PRISMÁTICA GIGANTE, FARDO DE 500 KG | EN 1997 EL INTA PROPEFO REALIZA UN ENSAYO COMPARATIVO ENTRE UNA ROTOENFARDADORA Y UNA ENFARDADORA GIGANTE (VENTAJAS A FAVOR DEL FARDO GIGANTE, POR CALIDAD Y CAPACIDAD DE TRABAJO)



1999 | SILO BOLSA DE PASTURA, MAÍZ PICADO FINO Y GRANO HÚMEDO | CENTRO DE ACOPIO Y ALMACENAJE DE ALIMENTO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BOVINO INTENSIVO DE LA ÚLTIMA DÉCADA



1999 | SILO TORTA DE GRAN ALTURA Y CALIDAD TAPADO CON PLÁSTICO Y NEUMÁTICOS



1997 | NUEVA GENERACIÓN DE ROTOENFARDADORAS CON MAYOR PRESIÓN Y DIÁMETRO DE ROLLOS, NUEVAS CORREAS DE MAYOR RESISTENCIA Y NUEVAS UNIONES DE MAYOR RESISTENCIA



1997-98 | ENFARDADORA PRISMÁTICA GIGANTE, FARDO DE 500 KG | EN 1997 EL INTA PROPEFO REALIZA UN ENSAYO COMPARATIVO ENTRE UNA ROTOENFARDADORA Y UNA ENFARDADORA GIGANTE (VENTAJAS A FAVOR DEL FARDO GIGANTE, POR CALIDAD Y CAPACIDAD DE TRABAJO)



2000 | DIFUSIÓN DE LOS RASTRILLOS ESTELARES EN "V", PARA ANDANAS DE ALTO VOLUMEN



2004 | INTRODUCCIÓN DE LOS MIXER VERTICALES EN ARGENTINA PARA GENERAR RACIONES BALANCEADAS CON FIBRA LARGA





2004 | INTRODUCCIÓN DE LOS MIXER VERTICALES EN ARGENTINA PARA GENERAR RACIONES BALANCEADAS CON FIBRA LARGA



2007 | CONSOLIDACIÓN DEFINITIVA DEL PICADO DE MAÍZ CON PICADORAS AUTO-PROPULSADAS CON CABEZAL ROTATIVO QUEBRADORES DE GRANOS Y MÁS DE 500 CV EN EL MOTOR | 70 MÁQUINAS EN EL MERCADO



2005: APARICIÓN DE LAS EMBOLSADORAS DE 9 Y 10 PIE CON MOTOR PROPIO Y SISTEMA AUTOPROPULSADO HIDROSTÁTICO



2005: APARICIÓN DE LAS EMBOLSADORAS DE 9 Y 10 PIE CON MOTOR PROPIO Y SISTEMA AUTOPROPULSADO HIDROSTÁTICO

## EL RIEGO EN ARGENTINA.

### EL ANÁLISIS AGRO CLIMÁTICO DE ARGENTINA DEFINE 3 ZONAS BIEN DEFINIDAS CON ANTECEDENTES DE PRECIPITACIONES PROMEDIO.

Argentina presenta una zona de precipitación mayor a los 800 mm 66,2 m/ha (24%), donde están comprendidas todas las zonas del NE Argentino (Este de Formosa, Este de Chaco, Este de Santa Fe y Noroeste de Buenos Aires, Entre Ríos, Misiones y Corrientes). Otra zona semiárida con precipitaciones anuales promedio superiores a los 500 mm e inferiores a los 800 mm 40 m/ha (15%), donde se ubica el Oeste de Formosa, Oeste de Chaco, Oeste de Santiago del

Estero, Noroeste, Centro y Sur de Córdoba, Tucumán, Noroeste de La Pampa, Noroeste, Centro y Sureste de Buenos Aires. La última zona definida como árida, donde llueve anualmente menos de 500 mm. al año, es el resto de Argentina, que representan 171 m/ha, el 61% del territorio, donde están incluidas Jujuy (Centro y Oeste), Salta (Centro y Oeste), Catamarca, La Rioja, San Juan, San Luis, Neuquén, Mendoza, La Pampa (Centro y Sur), Río Negro, Chubut y Santa Cruz. Esto indica que el territorio argentino presenta el 76% de condiciones agro climáticas consideradas áridas y semi áridas, lo que indica la necesidad de realizar obras de infraestructura de riego y aprovechar todas las posibilidades de agua en condiciones de ser

aprovechadas para regar sin alterar el medio ambiente ni competir con la disponibilidad de agua para uso humano y animal. Superficie regada en los países del PROCISUR:

SUPERFICIE REGADA EN LOS PAÍSES DEL PROCISUR	
BRASIL	2.656.284 HA
CHILE	1.900.000 HA
ARGENTINA	1.437.275 HA
URUGUAY	181.200 HA
BOLIVIA	128.239 HA
PARAGUAY	67.000 HA

CUADRO 22 | FUENTE: AQUASAT - FAO | 2005

En Argentina en particular existe un análisis de la superficie regada por provincia, que indica aproximadamente lo siguiente: (Cuadros 23 y 24)

SUPERFICIE REGADA POR PROVINCIA	
PROVINCIA	SUPERFICIE
MENDOZA	260.000 HA
BUENOS AIRES	160.000 HA
SALTA	120.000 HA
CÓRDOBA	90.000 HA
JUJUY	88.000 HA
S. DEL ESTERO	80.000 HA
SAN JUAN	75.000 HA
RÍO NEGRO	70.000 HA
ENTRE RÍOS	68.000 HA
TUCUMÁN	60.000 HA

CUADRO 23 | FUENTE: CNA/O2

### RIEGO MECANIZADO EN ARGENTINA Y SU POSIBLE INTEGRACIÓN EN PROYECTOS PRODUCTIVOS.

#### EVOLUCIÓN DE EQUIPOS DE RIEGO POR ASPERSIÓN (PÍVOT CENTRAL) EN LA REPÚBLICA ARGENTINA. (Actualizado hasta 2007)

La tecnología de riego suplementario en regiones subhúmedas, semiáridas y áridas, ha tenido, aunque con cierta variabilidad interanual, una tendencia creciente en la superficie que ha incorporado al riego. Esta variabilidad interanual se debe a varios factores (políticos, socio-económicos, empresariales, etc.), que provocaron retracciones muy importantes en las ventas (años 2001-2002), pero la actual coyuntura y los resultados productivos obtenidos tanto a nivel experimental como a nivel de productor, ha generado que la venta de equipos esté acercándose al valor máximo que se registró en 1996. Analizar el mercado del 2008 y 2009 resulta difícil porque se sucedieron acontecimientos anormales que alteraron la decisión de compra de los productores. (Gráfico 15)

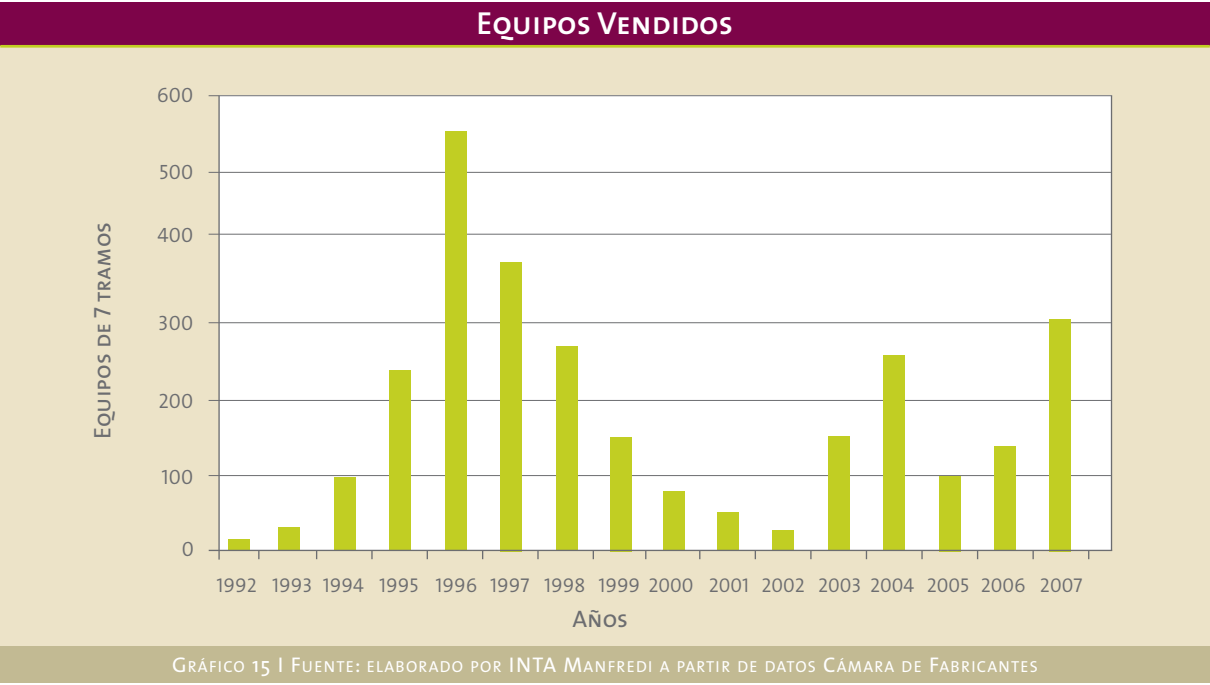
En función de los datos provistos por aduana (venta de equipos importados) ya que no se poseen datos a nivel local, hay registrado hasta el año 2007 una venta total de 2.828 equipos de 7 tramos (7 tramos implica 392 m de largo, lo que resulta en círculos de 48,5 ha).

SUPERFICIE REGADA POR PROVINCIA	
PROVINCIA	SUPERFICIE
CATAMARCA	58.000 HA
CORRIENTES	55.000 HA
LA RIOJA	42.000 HA
SANTA FE	39.000 HA
SAN LUIS	20.000 HA
CHUBUT	20.000 HA
NEUQUÉN	18.000 HA
CHACO	9.000 HA
LA PAMPA, SANTA CRUZ, MISIONES Y TIERRA DEL FUEGO	CON MENOS DE 2.000 HA REGADAS

CUADRO 24 | FUENTE: CNA/O2

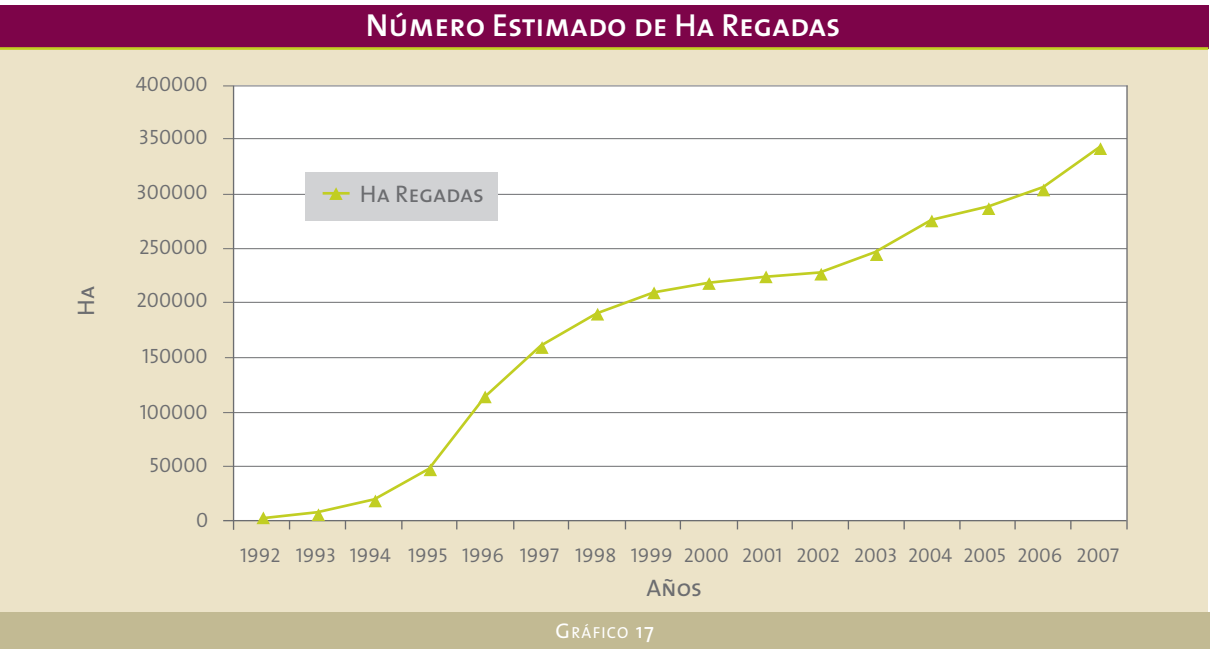
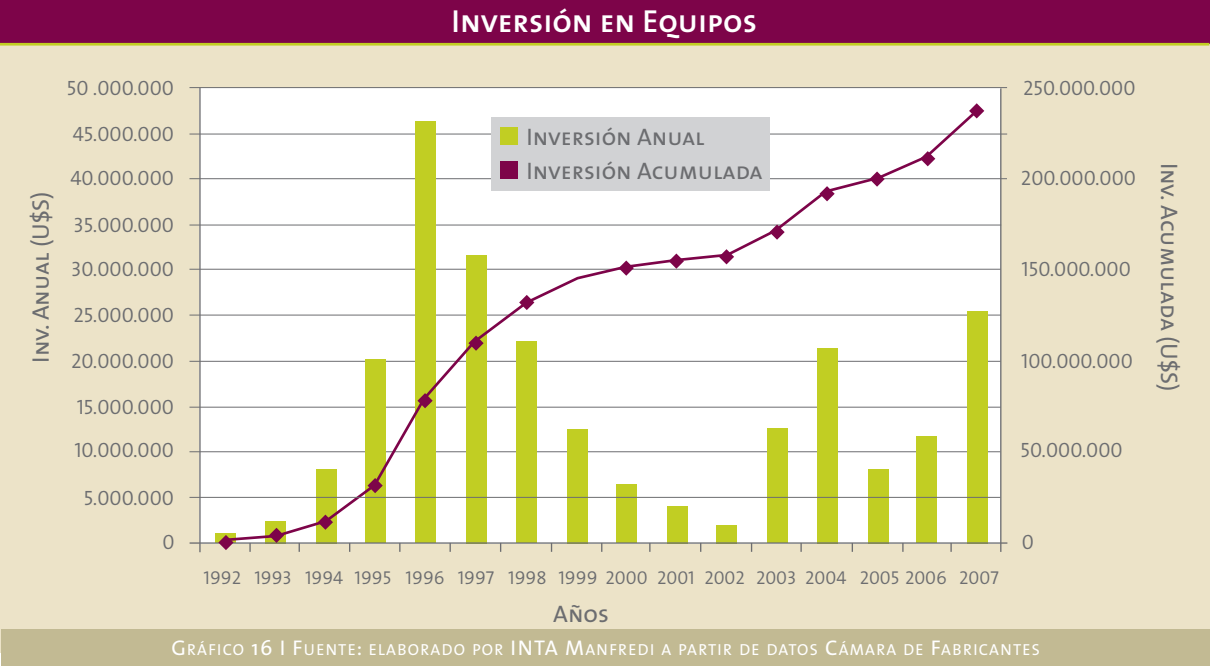
De acuerdo a la información disponible, la inversión en el ultimo año en adquisición de equipos fue de U\$S 25.620.000, acumulándose desde 1992 un total de U\$S 237.552.000. Utilizando información surgida del análisis de la encuesta a regantes que realiza INTA Manfredi (1998), surge la información que, en promedio, cada





equipo de riego se utiliza en 2,5 posiciones, por lo que se podría estimar que a nivel nacional existirían aproximadamente unas 343.000 ha bajo riego suple-

mentario con pivotes. En el gráfico siguiente se observa el incremento de la superficie en el tiempo, donde como dato secundario surge que la tasa de incre-



mento del área bajo riego es de 22.600 ha/año. (Gráfico 16)

Resultados obtenidos en el modulo demostrativo de capacitación y transferencia en riego suplementario que tiene INTA Manfredi. Confirman que esta es una tecnología que tiene alto impacto en los sistemas donde las precipitaciones son limitantes para lograr altas y estables producciones. (Gráfico 17)

En el Cuadro 25 se muestran los resultados de rendimientos promedio de 11 años (1996-2007), para las diferentes secuencias de cultivos que están establecidos en el módulo:

CULTIVO	RENDIMIENTO EN KG/HA		INCREMENTO DE PRODUCCIÓN (EN %)
	RIEGO	SECANO	
TRIGO (ANT. SOJA)	5.056	2.275	122
TRIGO (ANT. MAÍZ)	4.660	2.055	126
Maíz 1º	11.797	8.391	41
Maíz 2º	8.588	5.825	47
SOJA 1º	4.100	3.000	37
SOJA 2º	3.050	2.430	25,5

CUADRO 25 | FUENTE: ING. AGR. M. SC. EDUARDO MARTELOTTO, ING. AGR. AQUILES SALINAS | ÁREA DE RIESGO COMPLEMENTARIO DE INTA MANFREDI

TRIGO | SOJA 2º - MAÍZ 1º  
TRIGO | MAÍZ 2º - SOJA 1º

EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DEL RIEGO EN ARGENTINA PARA CULTIVOS EXTENSIVOS.

1947. El riego en Argentina, por supuesto comenzó por gravedad, utilizando fuentes de aguas superficiales (ríos, embalses, lagunas), con canales de riego, algunos abajo para regar sistemas intensivos de

explotaciones fruti-hortícolas.

**1970.** Aparición en Argentina de los primeros equipos de riego por aspersión tipo pivót central con propulsión por presión de agua, 6 ó 7 kg/cm<sup>2</sup> de presión y aspersores tipo martillo.

En EE.UU. se introduce el sistema de radio control de los pivót.

**1974.** Valmont/Valley introduce en EE.UU. el sistema de esquineros llamado Corner, para regar el 100% del área con pivót central.

**1976.** En EE.UU. se comienzan a manejar los pivót por teléfono.

**1980.** Introducción en Argentina de los primeros equipos de riego por aspersión tipo pivót central con avance eléctrico y oleohidráulico (Valley, Lindsay, T&L, Reinke, y otros). Se utilizaban aspersores a martillo sobre la tubería principal, que trabajaba con alta presión. (5 kg/cm<sup>2</sup>)

**1985.** Introducción en nuestro país de los primeros equipos de riego por aspersión tipo cañón viajero tipo Rolapi, menor inversión que el pivót, con menor eficiencia del agua, más consumo de energía y mano de obra.

Introducción de forma extensiva de los siste-mas de riego por goteo para el sector fruti-hortícola.

**1990.** Comienza insipientemente la adopción del riego por aspersión tipo pivót y avance frontal /eléctrico y oleohidráulico de baja presión (2 kg/cm<sup>2</sup>), con aspersores adoptados a distintos ambientes y tipos de suelo. Equipos más automatizados y de mayor largo, o sea, de mayor superficie de riego.

**1994/1995.** Aparición en Argentina de las válvulas de caudal discontinuo programables para hacer más eficiente el riego por gravedad.

**1995.** Comienza el crecimiento realmente importante en cuanto a superficie regada. Aparición de los sistemas de riego automatizado, programables, con

manejo por telemetría. También en esa época aparecieron los sistemas de aplicación de fertilizantes con equipo de riego, fertiriego. El Año 1996 fue récord de venta de equipos en Argentina.

**1996.** Comienza la fabricación de riego por pivót central en Argentina, Zanello, Montenegro y otros fabricantes.

**2005.** Equipos de avance frontal y sistemas de “corner” guiados por GPS. Sistemas de fumigación o pulverización monitoreados en pivotes y avances frontales que permiten aplicar insecticidas, herbicidas y fungicidas, utilizando circuitos independientes del agua de riego y los primeros prototipos para la utilización de dosis variable VRT.

**2006/2007.** Valmont en EE.UU. presentó los primeros prototipos de equipos de riego pivót central que aplican agua según ambiente mediante prescripciones y GPS.

**2009.** En la actualidad, más del 90% del riego en cultivos extensivos utiliza el sistema de “pivote”, porque es el que permite la mayor automatización y control de distancia. También en el 2009 el INTA Manfredi comienza los ensayos de riego en cultivos extensivos mediante mangueras con goteo enterradas. El resto de la superficie se riega con frontales, cañones enrolladotes.

Lo que queda claro es que Argentina posee un techo muy alto de adopción de equipos de riego, y que existen varios factores confluyentes para que esto ocurra en la próxima década. Para ello, el INTA está trabajando fuerte en una red público/privada integrada por gobiernos provinciales, productores y universidades, sobre el manejo racional de los acuíferos.

**2020.** Resulta muy difícil predecir el futuro del riego complementario para los próximos años, pero es indudable que por el alto costo promedio de la tierra del área núcleo (10.000 U\$S/ha), la inversión relativa que presenta un equipo de riego por aspersión funcionando en 2 ó 3 estaciones (círculos), no supera más del 25% del valor de la tierra, lo que indica una

alta probabilidad de adopción.

Se sabe que gran parte de los equipos de riego que funcionan en Argentina hoy son destinados a producciones con valor agregado, como por ejemplo, multiplicación de semillas híbridas y variedades de alto valor genético.

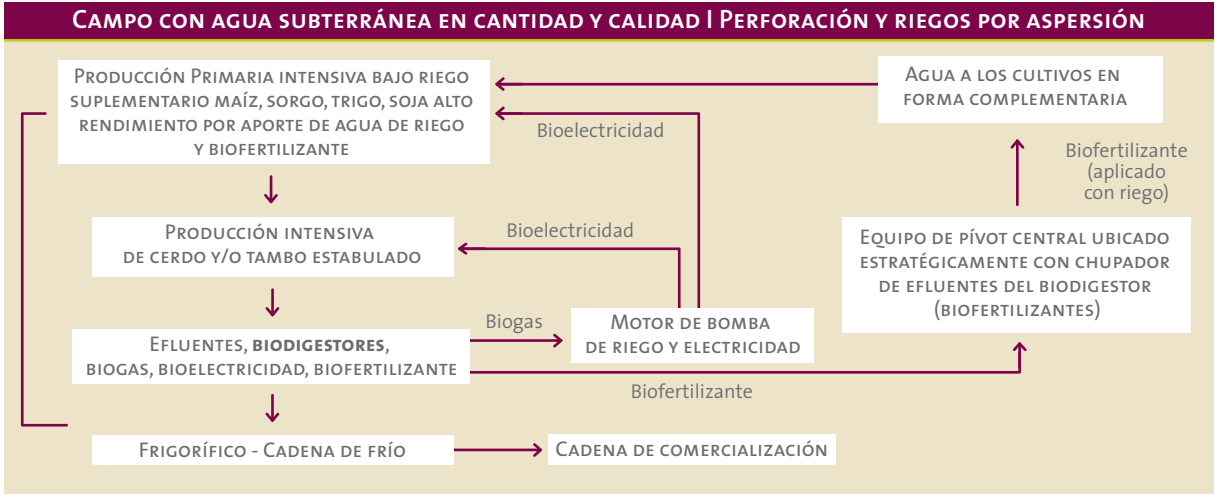
Es evidente que el riego por aspersión para cultivos extensivos debería formar parte de un esquema productivo integral que agregue valor a la producción primaria. Dentro de ese ámbito, resulta claro ver en el futuro muchos escenarios productivos de alta integración vertical, por ejemplo, producciones de maíz/sorgo/soja/trigo con alta estabilidad y productividad, integradas a una planta de procesamiento industrial de los granos en el mismo campo, una fábrica de alimento balanceado específico para cerdo, pollo, tambo y *feed lot*, uno o dos sistemas intensivos en actividad en el mismo campo. Cerdo intensivo y tambo estabulado, dos sistemas que generan muchos efluentes (bosta y orina), que canalizados hacia un “biodigestor” producen biogas, energía eléctrica y mucho líquido residual que contiene fósforo, nitrógeno, potasio y micro elementos muy diluidos que hace dificultosa su utilización como fertilizante orgánico o biofertilizante porque la dosis aconsejada supera los 10.000 lts/ha.

Es allí donde el riego por aspersión juega otro papel fundamental y hace cerrar otro circuito productivo de integración vertical al distribuir como fertiriego ese fertilizante orgánico con costo cero. Además, el equi-

po de riego puede utilizar y transformar la energía en agua a través de motores que funcionan con biogas y le bombean el agua con presión y también generan la bioelectricidad para que gire el equipo. Esto indica que quienes tienen agua subterránea en cantidad y calidad tienen una gran posibilidad de crecer verticalmente mediante este esquema planteado de integración de la cadena de producción primaria de alta productividad, con la industrialización primaria (alimentos balanceados), con transformación intensiva (cerdo intensivo y tambos estabulado), con aprovechamiento de efluentes en biogas, biofertilizante y bioelectricidad, que serán utilizados como biogas para el motor de la bomba de riego, el cual generará la electricidad para el riego y los otros procesos del sistema (planta de alimentos balanceados).

El líquido fertilizante será esparcido por el equipo de riego. Este esquema es utilizado en tambos en varias partes del mundo y los equipos de pivót central en la actualidad ya poseen *kit* anticorrosivo en sus cañerías para este uso. En EE.UU., el 30% de los equipos ya salen de fábrica con ese objetivo y equipamiento. Una vez más se demuestra que las máquinas son y serán una de las herramientas de crecimiento productivo, y bien manejadas permiten producir en forma amigable con el ambiente, porque el efluente hoy es contaminante de agua subterránea y de la atmósfera (CO<sub>2</sub>), y es posible biológica y mecánicamente transformarlo para utilidad económica y ambiental.

Esquema de integración vertical propuesto:







1952 | En EEUU Zybach patentó el sistema de riego Pivot Central con avance por presión de agua | En Argentina se introdujeron recién en 1970 | 6 a 7 kg/cm² de presión de agua y aspersores tipo martillo



1968 | Reinke inventó el primer Pivot Central con avance eléctrico | En Argentina los pivot eléctricos y oleohidráulicos se introdujeron en 1980 | 4 a 5 kg/cm² de presión



1985 | Introducción en Argentina de los primeros equipos de riego por aspersión tipo cañón viajero



1995 | Aparición de los sist. de riego programables con manejo por telemetría | También en esa época aparecen los sist. de fertirrigación. En EEUU, la evolución del automatismo comenzó en 1970 con el manejo de los pivot por radio-control | En 1976, se comienza a manejar el pivot por teléfono | En 2005, los esquineros, llamados corner son guiados por GPS y en esa misma fecha aparecen los primeros prototipos para dosificación de insecticida, fungicida y herbicida con circuito independiente y dosis variable | En 2007/08, Valmot desarrolla los primeros equipos para aplicación variable de agua de riego s/ambiente con señal GPS



1996 | Se produce el récord de ventas de pivot central en Argentina (550 equipos) | Presentan mayor largo, mayor superficie de cobertura, la presión de agua de los equipos se reduce a 2 kg/cm² y se comienzan a utilizar los aspersores con caño de bajada adaptados a distintos ambientes y tipos de suelos



Nuevos aspersores de baja presión, mayor eficiencia del uso del agua y mejor infiltración en todo tipo de suelo



Nuevos aspersores de baja presión | Un tipo de aspersor para cada necesidad particular



2005 | Se introducen en Argentina los primeros equipos de riego por aspersión con avance frontal | También en esa época, se introducen los primeros corner para regar el 100% del área con pivot central

## RESUMEN CRONOLÓGICO DE LOS GRANDES ÍCONOS DE LA AGRICULTURA ARGENTINA Y EL APOORTE DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA DE ALTA Y BAJA COMPLEJIDAD.

Durante la 2ª Guerra Mundial, el gobierno autorizó la construcción de silos subterráneos herméticos 1 mill/tn y una red de elevadores de campaña, limpieza, desecación y almacenamiento de grano (1943/56).

**1947.** Transición de cosecha y almacenaje en bolsa (sacos 60 kg) a granel (1950/1960).

**1949.** Muy baja producción de grano (11.75 mill/tn), baja mecanización agrícola, poco saldo exportable. Mecanización con tracción animal en un gran porcentaje. Ausencia de fábricas de tractores.

Muy poco desarrollo de la mecanización para forraje conservado, sólo algunas guadañadoras (segadora alternativa), tracción a sangre y rastrillos para amontonar y luego emparvinar con horquillas, uso de carros atracción a caballo.

**1950.** Los granos se cosechaban secos, no existían las secadoras.

Generalización mundial de los tractores diesel.

**1951.** Aparición del primer cabezal de maíz en Argentina para trilla directa “Vassalli”.

Inscripción de los primeros híbridos de maíz.

**1952.** John Deere comienza a fabricar en Argentina el tractor John Deere 730 con levante hidráulico 3 puntos (62 HP).

**1954.** Aparecen las primeras cosechadoras argentinas con buena capacidad, fabricación de serie, Vassalli 75 cv, 16 pies de corte. Otras fábricas: Senor, Bernardín, Rotania, Giubergia, entre las más conocidas.

**1955.** Primera fábrica de tractores en Argentina. Motor diesel. Córdoba “FIAT”.

Primeras sembradoras de grano grueso para tractor, 18 cv, 5 hileras a 70 cm. Maíz, girasol, maní con placa, sembradora y carpidor apareador.

Se crea el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), investigación, desarrollo y extensión agrícola. Principal causal de la adopción de nuevas técnicas y tecnologías por parte del productor agrícola/ganadero argentino.

**1957.** 10% del área de siembra con híbridos de maíz.

Se fundan los Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria “CREA”, impulsores de la aplicación de tecnología agropecuaria.

**1960.** Se comienza a manejar gran parte del grano cosechado “a granel”.

Primeras secadoras de grano (Margaría).

Mejor genética y mayor adopción de híbridos en maíz (20%).

En forraje, corta hileradoras de arrastre y autopropulsadas con molinete y lona acarreadora. Utilización para corte hilerado de trigo, entre otros. Nombre común “espigadoras”.

Primeras cosechadoras con sistema de alma-cenaje a granel. Primeros acoplados tolva de 5 y 6 toneladas de 2 ejes y 4 ruedas con descarga a granel por gravedad. Tolva granelera.

Primeras pulverizadoras de barrales de 600 litros, en su mayoría de 3 puntos. Aparecen los aplicadores de insecticidas tipo turbión con caño de escape.

Forraje: se importan algunas enfardadoras prismáticas para tractores, enfardadoras estáticas con atado manual por alambre.

La labranza caracterizada por arado de rejas, rastra de disco liviano y rastra de dientes para cama de siembra. También en esa época se utilizaba el arado de disco y el arado múltiple de un solo paquete de disco y tres ruedas. Se siembra trigo con arado múltiple con cajón sembrador.

**1961.** Primeras sembradoras nacionales de serie para grano fino para tracción a tractor. 24 hileras a 15 cm, rueda de hierro y neumática.

**1961/1962.** La soja llega a las 10.000 ha en Argentina. Ciclo largo (grupo 7 y 8). Vainas muy cerca del suelo, bajos rendimientos y problemas de cosecha.

**1967.** Primera secadora de flujo continuo.

**1968.** Se introdujo el sistema seca/aireación.

**1970.** Forraje: primeras máquinas picadoras de arrastre y autopropulsadas a mayales. Se comienza con el silo picado grueso de sorgo azucarado y maíz en Argentina. Mainero produce la primera enfardadora para TDP (toma de potencia) de serie.

Aparición de los primeros equipos de riego por aspersión en Argentina. pívot central con avance por presión de agua.

**1971.** Crece la adopción de uso de híbridos en maíz (50%), crecen los rendimientos y comienzan a mejorar en los cabezales maiceros.

**1972.** Aparecen las primeras corta hileradoras circulares para TDP y los rastrillos estelares.

Primeras sembradoras de grano grueso pensadas y diseñadas para Siembra Directa. (1972-78.000 ha).

**1973.** 10 mill/tn de capacidad de acopio. Plantas ya bien instaladas con secadoras.

**1974.** Forraje: primeras picadoras de picado fino de arrastre para maíz planta entera. Mainero, requerimiento 90 cv TDP.

Primer pulverizador autopropulsado de Pla.

Metalfor lanza su primer autopropulsada en 1979.

**1975.** John Deere Argentina comienza a fabricar la línea 20 de tractores en Argentina hidráulico centro cerrado, dirección de potencia, caja de cambio sincronizada, TDP independiente. Un avance importante en la fabricación de tractores en Argentina.

**1975.** Adopción masiva en la agricultura argentina del sistema hidráulico de control remoto para tractor. Los implementos crecen en tamaño y los tractores en potencia.

Aparición de los híbridos en girasol (más rendimiento, más porcentaje de aceite y mejor unifor-

midad de maduración). Desde su aparición hasta el presente se ganó 11.5 kg/aceite/ha/año.

**1977.** El 80% de la siembra del maíz es híbrido.

18 mill/tn de capacidad de acopio.

**1978.** Ingreso de las cosechadoras importadas, algunas axiales Case/Internacional y New Holland TR.

La firma Bonsignore de Pilar (Provincia de Córdoba) revoluciona la tendencia de cosecha de maní, presentando una cosechadora multicilíndrica para cosechar en verde y un silo secador de malla de alambre, con tubo central (muy revolucionario).

**1980.** Introducción de los primeros equipos de riego pívot central con avance eléctrico y/o oleo-hidráulico.

Forraje: primeras rotoenfardadoras nacionales Mainero, Sode, Monterrey, Susana, otras.

Comienza a desarrollarse masivamente la labranza vertical, el reemplazo del arado de reja y disco por el arado cincel, cultivador de campo y vibro cultivador (Templar, Sode, Gherardi, Giorgi). Paralelamente, el tractor Zanello 4x4 articulado de 200 cv, con alta eficiencia tractiva.

El INTA Manfredi comienza a difundir resultados de ensayos de cosecha de maní, que orientan el cambio de destino del maní para industria de aceite a confitería (mayor calidad), lo que origina el desarrollo de nuevas máquinas de cosecha y postcosecha.

**1981.** Mayor requerimiento de eficiencia de siembra en maíz y girasol. Primeros distribuidores neumáticos por succión (muy requerido para girasol y maíz).

**1980/1982.** Aparece el glifosato herbicida total para barbecho químico y con el equipo de soga y rodillo para aplicaciones selectivas posicionadas, también aparecen los aplicadores de herbicidas pre-emergentes en banda con las sembradoras “kit”.

**1980/1981.** Se introducen los híbridos de maíz de 3 hileras (salto de rendimiento).

**1981/1982.** La soja comienza a ser un cultivo muy importante en Argentina (2 m/ha cosechadas y 4.15 mill/tn producidas). Se realizaba control de malezas con herbicidas incorporados al suelo trifluralina y otros pre-emergentes y post-emergentes específicos. Control de insectos con avión: “chinche y orugas”. La cosecha de soja se realizaba con altas pérdidas por ineficiencia de cabezales específicos.

**1983.** Nace la sembradora de grano grueso con doble disco y doble rueda limitadora adosada, sistema que hasta hoy se utiliza también en Siembra Directa.

**1984.** Desarrollos argentinos de 3.5 m de ancho de corte rígido 350 kg/ha de pérdida promedio, lo que generó nuevas investigaciones al respecto.

Aparecen los primeros cabezales flexibles flotantes que revolucionan la cosecha de soja y el INTA Manfredi realiza la 1ª (1984) y 2ª (1985) Expo Soja con publicación y video de cosecha de soja.

Comienzo de la reducción de pérdidas y hacen dinámicas específicas de cosecha de soja con 17 cosechadoras a campo (metodología de evaluación de pérdidas de INTA Pergamino, Ing. Carlos De Dios).

**1985.** Difusión del vibro cultivador para preparar cama de siembra. Casi al mismo tiempo aparece el cultivador de campo para preparación de suelo con rastrojo en superficie. “Templar”.

Introducción de los equipos de riego tipo cañón viajero Rolapi.

Introducción del riego por goteo en frutihorticultura.

Salto tecnológico en la construcción de cosechadoras en Argentina, aparece la Vassalli 1200, Nuevo concepto de fabricación, trocha 2.8 m. Tolva central, transmisión hidrostática, etcétera.



Forraje: primeras picadoras autopropulsadas importadas, 4 hileras y más de 200 cv. New Holland y Claas.

**1985/1989.** Se difunden los kit de adaptaciones de barras fijas en flexible (Flexible Alcal, Picser, Marinozzi).

**1987/1988.** Primeros ensayos comparativos de arrancadora invertidor de maní versus convencional en INTA Manfredi, y aparición de la primera arrancadora invertidora 4x2 INDAR. Luego la fabricó Marinozzi, Geiscal y Agroindustria, entre otros.

**1989.** Mayores rendimientos en maíz (12.000 kg/ha), híbridos y fertilización, exigieron la aparición de nuevos cabezales (Mainero y Maizco, entre otros).

**1990.** Aparición en el INTA del Proyecto Eficiencia de Cosecha PROPECO, que duró 5 años y generalizó el método de evaluación de pérdidas en 12 cultivos, se instaló la tecnología de cosecha para Siembra Directa, distribución de residuos y ausencia de huellas en la cama de siembra, entre otras muchas cosas.

Forraje: primeras máquinas de henolaje empaquetado. Varias marcas. Primeros acoplados *mixer*, mezclados con sinfines horizontales.

Se generaliza el uso de híbridos simples de maíz (HS). Mejora la genética de los cultivos de soja, acortamiento del ciclo, mayor rendimiento y mejor índice de cosecha.

Aparecen los tractores con motores turbo cargados. Motores turbo, más potencia y menos consumo específico. Los tractores crecen en potencia media, pasando de 90 a 120 cv.

Incipiente adopción del riego por aspersión, pivót central, baja presión y nuevos aspersores más automatizados y con mayor radio de cobertura.

**1991.** Introducción masiva de maxi cosechadoras (230 - 320 cv), 30 pies de corte.

Fuerte crecimiento de la genética de trigo de altos rendimientos. Trigos de 7.000 kg/ha bajo riego.

Aparición de los primeros cabezales *Stripper* a nivel mundial. En Argentina aparecieron unos años después, se introdujeron primero en cosecha de arroz y luego ingresaron para trigos de alto rendimiento en Siembra Directa.

**1991/1992.** Cosechadoras descapotadoras de maní multi-cilindro con dientes flexibles, con cosecha a granel y descarga por gravedad de la empresa INDAR.

**1992.** 30 mill/tn de capacidad de acopio a nivel nacio-nal. Plantas de acopio preparadas para conservar mejor el grano.

Se evidencia un crecimiento importante del cultivo de soja (5 m/ha), la Siembra Directa todavía no superaba las 800.000 ha, pero comenzaban a solucionarse los problemas tecnológicos que hacían esperar un fuerte crecimiento. 1° Congreso de AAPRESID.

**1993.** Aparición de nuevos cabezales girasoleros, más tecnología, más ancho adaptados para las nuevas maxi cosechadoras. Cultivos que superan los 3.500 kg/ha. de potencial.

Forraje: aparecen las primeras embolsadoras quebradoras de grano húmedo de 5 y 6 pies. Las primeras embolsadoras de silo Roto Press, silo de 9 pie para picado fino. Primeras corta hileradoras importadas con disco y acondicionador a rodillo.

Introducción masiva de nuevos cabezales maiceros Mainero, Maizco, Allochis (52.5 cm entre hileras insipiente).

Comienza a gestarse la Agricultura de Precisión en INTA Manfredi, a través de viajes a EE.UU. INTA/Coovaeco, Universidad de Purdue/Iowa/ Monsanto/Trimble/Ag Leader.

2.800 secadoras de grano en el país. Mejoró la calidad de secado.

**1994.** Se crea el Proyecto PROPEFO de Forraje

Conservado de calidad, que en 3 años revolucionó la adopción y el conocimiento por parte del productor ganadero en el tema forraje conservado de calidad.

**1993/1994.** El PROPECO lanza un libro de Cosecha de Maní con toda la tecnología de cosecha para maní calidad confitería. Arrancadora invertidora, cosechadora multi-cilindro con descarga por gravedad. Secadora con carros secadores electrónicas, clasificadoras. Se generaliza la concientización de la eficiencia de cosecha en Argentina. INTA PRECOP, 12 cultivos, 10 provincias.

**1994.** 33 mill/tn de capacidad de acopio.

Fuerte trabajo de extensión del INTA sobre Siembra Directa/Fertilización/Rotación. Proyecto PAC, Agricultura de Conservación.

**1994/1995.** Aparece el Proyecto PROPEFO de INTA, Eficiencia del Forraje Conservado. Hito del desarrollo de la ganadería con alimentación mecanizada.

**1995.** Primeros ensayos de silo bolsa en trigo (grano seco con almacenaje en atmósfera controlada), 60 tn de trigo en INTA Manfredi, Ag Bagg de 9 pies, descarga lateral con cinta. Importador: Carlos Márquez (argentino radicado en EE.UU.).

**1996.** Salto de adopción del riego por aspersión en Argentina, récord de venta de 550 equipos. Aparece la tecnología de ferti-irrigación.

Se comienzan a fabricar en Argentina los pivót central Zanello, Montenegro, entre otras empresas.

El país se declara libre de aftosa con vacunación y cambia el mercado potencial.

Autorización para la comercialización de la soja transgénica con resistencia al herbicida glifosato, Soja RR. Paralelo desarrollo de la genética americana de soja con acortamiento de grupos de madurez, grupo 5 y 4 corto.

Aparece la Agricultura de Precisión en Argentina. 1° Mapa de Rendimiento Satelital en Córdoba

INTA Manfredi, Ag Leader, D&E, Tecnocampo, un hito de la tecnología de alta complejidad para la agricultura.

Aparece la cuchilla turbo de corte y remoción para sembradoras de grano grueso y fino.

Forraje: se generalizaba el silaje de maíz con picadoras autopropulsadas: Claas toma el liderazgo del mercado argentino.

**1997.** Sin vacunación. Año 2000: libre de aftosa, se abren nuevas perspectivas de exportación que luego se frustran en el año 2001.

Forraje: cambian las rotoenfardadoras, más precisión y capacidad. Crece el uso del mixer.

**1996/1997.** Forraje: aparecen los primeros resultados publicados sobre ensayos de embolsadoras de grano en silo bolsa en INTA Manfredi, trigo y otros cultivos, Ag Bagg, Bolsa de 9 pies.

Primera antena DGPS Becon en San Carlos, 300 km de radio de corrección. D&E, Trimble. Luego, en 1999, la segunda antena se colocó en Bolívar.

**1998.** Fuerte crecimiento tecnológico en pulverizadoras autopropulsadas, banderilleros satelitales, computadoras interactivas, picos múltiples, suspensión neumática, tanques de 3.000 litros, barrales de 24 m de ancho y servicio de contratación creciente (550 máquinas/año).

Aparecen los maíces transgénicos con eventos para tolerancia a lepidopteros maíces Bt.

Aparecen las primeras sembradoras inteligentes. Dosificación variable con guía satelital D&E, Agrometal e INTA Manfredi.

Ensayo con curva de respuesta de Nitrógeno en maíz/trigo. Monitor de rendimiento. Ensayo de maquinaria dividida, INTA Manfredi. “Productores precisos”. Primer Proyecto de INTA de Agricultura de Precisión, coordinado por el Ing. Mario Bragachini.

**1999.** Primera experiencia con lectura de cultivo NDVI, INTA Manfredi. Hydro, N Sensor, D&E, VHB, Tecnocampo. Años después, Green Seeker con el Ing. Ricardo Melchiori de INTA Paraná, hasta el presente.

**2000.** Aparición de los extractores de silo bolsa con enrollado del plástico. Patente: Palou. Hito que favoreció la adopción del silo bolsa a nivel mundial.

Crece la adopción de las tolvas autodescargables de 1 y 2 ejes de 18 tn de capacidad, equipadas con balanza electrónica para calibrar monitores de rendimiento.

Forraje: se estabilizan en 350 - 400.000 ha de silaje en Argentina, en su mayoría maíz, sorgo y pasturas en ese orden. Bunker, silo bolsa. Comienza a aparecer la invernada *Feed Lot* y los tambos con alta suplementación y períodos de encierre.

Los *mixer* llegan a un mercado de casi 900 unid./año.

Comienzan a desarrollarse las empresas privadas sobre asesoramiento técnico de Agricultura de Precisión en Argentina.

**2001/2002.** 55.83 mill/tn de capacidad de acopio.

**2002.** 14 mill/tn de grano seco almacenado en silo bolsa, un salto de adopción en trigo, soja y maíz. Se comienza a exportar esta tecnología al resto del mundo.

Devaluación 4=1 peso dólar y se comienza a desarrollar la industria de alta complejidad, monitores de siembra, VRT nacionales.

Las fábricas argentinas de cosechadoras y tractores reabren sus puertas y el resto de los fabricantes comienzan a crecer.

Los tractores reducen su demanda de parte del productor y se concentra la demanda de contratistas de siembra (TPD independiente, hidráulico centro cerrado, tracción asistida y 160 cv para arriba, la potencia). Los otros demandantes son los contratistas de cosecha (tolvas de 20 toneladas).

La Siembra Directa se consolida en Argentina, alcanza los 16 m/ha y la soja pasa a ser el cultivo estrella, con 12 m/ha.

Consolidación de la aplicación de agroquímicos con autopropulsada. Se generaliza el banderillero satelital, la computadora VRT para aplicar fertilizante líquido (UAN Plus) y tiende a crecer definitivamente el servicio tercerizado, “contratistas”.

**2003.** 60 mill/tn de capacidad de acopio. Planta fija.

Cosecha de algodón. El INTA Reconquista y Santiago del Estero ajustan técnicamente un paquete tecnológico con siembra de algodón en surcos ultra estrechos para ser cosechado con “*Stripper*”.

**2004.** Aparecen los híbridos de maíz con resistencia o tolerancia al herbicida glifosato. Maíces RR, luego se detuvo su utilización.

Se comienza a aplicar fertilizante líquido con sensores NDVI en pulverizadoras.

Se comienza a desarrollar el seguimiento satelital de las cosechadoras, Releva. Luego, con PCs e Internet se comienza a visualizar.

**2004/2005.** Ensayo INTA PRECOP Balcarce de detección de calidad de grano en silo bolsa por medición de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> con medidor portátil de gases.

**2005.** Se introducen equipos de riego de avance frontal y esquineros “*Corner*” para pivót central. Aparecen los equipos VRT para riego quimi irrigación.

Se generaliza la adopción de los tractores con cajas de cambio power shif. Comienzan los autoguías con señal RTK.

El INTA Reconquista, de la mano de los técnicos del Área de Mecanización, conducidos por el Ing. Agr. Orlando Pilatti, patentan y licitan la construcción de una moderna cosechadora de Algodón Javiyu, con sistema Stripper, peinador, limpiador y acoplado de almacenaje (Dolbi). Una cosechadora de algodón de arrastre que revolucionará el manejo del cultivo

de algodón en varias provincias del norte argentino (Norte de Santa Fe, Chaco, Formosa y Este de Santiago del Estero).

**2006.** Firma del Convenio de Exportación de Maquinaria Agrícola Argentina a Venezuela CAFMA/MAT Venezuela. El INTA aporta el *know how* de la capacitación técnica. 500 m/U\$S en 5 años, verdadero hito del comercio exterior del sector de la Maquinaria Agrícola y Agrocomponentes de Argentina.

Primer autoguía satelital para sembradoras, o sea, con un error inferior a los 15 cm Antena estacionaria RTK.

Liberación de la venta de semillas de los maíces con doble eventos RR y Bt.

Monitoreo de calidad de grano. Proteína, aceite y humedad sobre la cosechadora. Zeltex/INTA.

Aparecen las primeras cosechadoras de fabricación nacional (maxi-cosechadoras), con alta tecnología electrónica de sensores y automatismo.

**2007.** OIT declara a la Argentina libre de Aftosa con vacunación y libre de EEB (vaca loca).

Pulverizadoras autopropulsadas nacionales con sensores climáticos y automatismo de aplicación por variables climáticas.

**2007/2008.** 35 mill/tn de grano se acopian en silo bolsa. Se exportan a 18 países bolsas, embolsadoras y extractoras.

Crecen los *software* en pulverizadoras para VRT de fertilizante, superposición, barrales autonivelantes con sensores ultrasónicos con servicio de trazabilidad y alarma, autoguía con RTK.

**2008.** Se llegan a acopiar 32 mill/tn de grano seco en silo bolsa de un total de producción récord de 97 mill/tn de grano.

Crecen las exportaciones de maquinaria agrícola de 170 m/U\$S, más de 60 empresas, más de 25 países.

Los monitores de rendimiento satelitales llegan a 4.500, 1.000 sembradoras fertilizadoras con VRT y 400 autoguía satelital. Crecimiento de Agricultura de Precisión y liderazgo de Argentina en Latinoamérica, adopción y fabricación.

Anuncio de la venta de la patente de la cosechadora Axial Vassalli 7500 a Same/Deutz Fahr, orgullo nacional que prestigia a toda la industria de maquinaria agrícola nacional.

**2008/2009.** 91% del grano se mueve por camión, 8% por trenes, 1% por barcaza. El almacenaje en silo bolsa llega al 57% de la producción total de grano de la campaña 2008/2009. Argentina sufre la sequía más grande de los últimos 30 años y la producción de granos cae por esa causa en un 25%.

Presentación del primer cabezal flexible/flotante de 40 pies con alimentación por lonas, ruedas de apoyo, de la firma Piersanti.

**2009.** Aparición de la primera sembradora neumática de grano grueso con asistencia individual eléctrica, con motores para succión, y tren cinemática individual por cuerpo, todo con señales *Can Bus*, de la empresa Schiarre, Córdoba.

**2020.** Más transporte de granos por ferrocarril e hidrovías, más camiones graneleros (casi un 100% autodescargable), más trazabilidad, más agroindustria local, granos especiales.

Mayor integración vertical en las producciones agropecuarias, donde la mecanización tendrá un salto cualitativo muy protagónico. Tendrán una fuerte demanda las máquinas de forraje conservado, se generalizarán las plantas industriales locales dentro del establecimiento ensambladas con las plantas de productos balanceado, las producciones intensivas de cerdo, pollo, bovino de carne (feed lot) y tambos estabulados, biodigestores para producir biogas, bioelectricidad, biofertilizante y equipos de riego para distribuir el biofertilizante.

**2030.** Chacras bioenergéticas con alta integración vertical, aprovechamiento de las energías renovables,



molinos de viento para generar electricidad y a partir de allí producir hidrógeno para los motores especialmente desarrollados, biogas para generar bioelectricidad, biofertilizante, pantallas solares para producir calor y electricidad, y todos los procesos de agregado de valor en origen. Las chacras tendrán todas una especialidad para producir alimentos

de valor agregado, dejarán de producir solamente commodities, la gestión ambiental será uno de los aspectos más importante a tener en cuenta en las innovaciones futuras de todos los sistemas productivos, la maquinaria agrícola argentina se consolidará como exportadora y el nivel tecnológico tendrá competitividad global.

# HISTORIA DE LAS ARROCERAS EN ARGENTINA. EVOLUCIÓN DE LA MECANIZACIÓN.

DR. ING. AGR. OSCAR POZZOLO

INVESTIGADOR INTA EEA CONCEPCIÓN DEL URUGUAY | PROFESOR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS UNER

## INTRODUCCIÓN.

EL ARROZ, CUYO GÉNERO ES ORYZA, PERTENECE A LA FAMILIA DE LAS GRAMÍNEAS COMO OTRAS ESPECIES CULTIVADAS DE GRAN VALOR ALIMENTARIO.

ES CULTIVADO EN TODO EL MUNDO Y LA ESPECIE MÁS DIFUNDIDA ES ORYZA SATIVA L., COMÚNMENTE LLAMADA ARROZ ASIÁTICO, EXISTIENDO TAMBIÉN LA ESPECIE ORYZA GLABERRIMA L., MUY DIFUNDIDA EN ÁFRICA Y LLAMADA, PRECISAMENTE, ARROZ AFRICANO.

ES UNA ESPECIE ANUAL ORIGINARIA DE ÁFRICA OCCIDENTAL, DESDE EL DELTA CENTRAL DEL NÍGER HASTA SENEGAL.

FUENTE: INRA | [WWW.UNCTAD.ORG/INFOCOMM/ESPAGNOL/ARROZ/DESCRIPC.HTM](http://WWW.UNCTAD.ORG/INFOCOMM/ESPAGNOL/ARROZ/DESCRIPC.HTM)

### LA LEYENDA

SE DICE QUE EN TIEMPOS INMEMORIALES HABÍA UN DIOS ENAMORADO PERDIDAMENTE DE UNA MUJER, PERO SU AMOR ESTABA CONDICIONADO AL CUMPLIMIENTO DE UN DESEO: DEBÍA CREAR UN ALIMENTO PERFECTO. PERO A PESAR DE SUS PODERES NO PUDO SATISFACERLA, CADA ALIMENTO QUE PRESENTABA TENÍA UN DEFECTO, HASTA QUE UN DÍA LA MUJER TERMINÓ MURIENDO SIN SER COMPLACIDA, ENTERRÁNDOLA EN UN JARDÍN DEL PALACIO DEL DIOS. LO QUE NADIE SE ESPERABA ES QUE SOBRE SU TUMBA CRECIERA UNA BELLÍSIMA PLANTA DE ARROZ. DESDE ENTONCES, DICE LA LEYENDA QUE LA DONCELLA VIVE EN CADA GRANO DE ARROZ, SIENDO VENERADA POR DIVERSOS PUEBLOS DE ORIENTE COMO LA REINA DEL SOL.

## EL ORIGEN DEL ARROZ.

No se tiene certeza del momento de su origen, así como tampoco desde cuándo es domesticado. En general, existe coincidencia de que es nativo del sureste del Himalaya y se cultiva desde hace más de 7 000 años. Se tienen evidencias de su cultivo 5000 años A.C. en el oriente de China, y 6000 años A.C. en una caverna del norte de Tailandia, por lo que muchos países asiáticos se atribuyen su origen. La documentación más antigua menciona que en Persia y Mesopotamia se conoció el arroz a través de los intercambios comerciales y diplomáticos del rey persa Darío con China y la India. Entre los testimonios de esa época se afirma que el Emperador Chino Chen-Nung (año 2700 A.C.) realizaba una ceremonia, en la que sembraban cinco cereales: el

arroz, el trigo, el mijo, la soja y el sorgo, pero él personalmente era quien sembraba el arroz, dándole así una significación mayor (Chaunu P., 2006). Posteriormente, durante la expansión de China hacia Occidente, el arroz se difundió en Egipto y Siria. En el año 300 A.C., el filósofo y botánico griego Teofrasto cita el Oruzun como una planta exótica desconocida para los griegos. Otros investigadores señalan en sus estudios una clasificación preliminar agronómica y alimenticia del arroz. Describen que su origen tuvo lugar en la región central del Sudoeste de Asia, fijando dos centros de origen: India y Birmania (Ramírez Olano, R. 2009). En lo que todos los historiadores coinciden, es que se trata de uno de los alimentos más antiguos de la humanidad.

EL ARROZ EN OCCIDENTE.

Entre los griegos y romanos, el arroz se consideraba como una especie exótica de lujo que se traía desde el Oriente, destinado solamente para las personas más ricas de la sociedad. Ellos veneraban este cereal, sobre todo por las propiedades del agua de arroz. En la época de Nerón, el médico griego Dioscórides, describe este cultivo como un medicamento muy eficaz para los problemas intestinales. Por su parte, los latinos Horacio, Plinio y Columella recomiendan su uso como tisana. Dicen que Alejandro Magno fue quien trasladó el cereal desde Oriente, como alimento.

Los españoles afirman que seguramente los árabes, asentados en el reino del Al-Andalus, fueron los responsables de los primeros arrozales, y que probablemente entró el arroz a Italia por los árabes, alrededor del siglo IX D.C. Lo real es que fue un artículo muy caro durante toda la Edad Media, en la que se consideraba un lujo propio de las personas más ricas de la población. La historia recoge como algo sobresaliente la anécdota que relata que el conde Saboya en el año 1250 compró cierta cantidad de arroz para la preparación de dulces especiales para su corte.

Por esa fecha, en Milán, Italia, el arroz no se cultivaba, se transportaba desde el Asia y sus precios eran muy altos. Sólo se vendía en tiendas especializadas. Es, a finales del siglo XIII, cuando la familia Visconti decide introducir el cultivo en sus tierras y nacen los primeros arrozales italianos (Bernis, F. y Pàmies, B. 2005).

EL ARROZ EN AMÉRICA. LOS PRIMEROS ARROZALES EN ARGENTINA.

La historia afirma que el arroz llegó a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón, aunque la semilla no germinó. No existen referencias precisas de su llegada a Cuba. En cuanto a América del Norte, más exactamente a Carolina, dicen que lo introdujo un barco holandés procedente de Madagascar en 1685. El arroz va y viene de un sitio a otro con las migraciones, las guerras de conquistas y la necesidad de un alimento valioso, mientras en otros sitios crece

de manera silvestre. Pero no se puede confundir este arroz silvestre con el de consumo humano. Así, en relatos de la conquista española, se menciona un tipo de arroz salvaje utilizado por los aborígenes americanos en Argentina, cuyos hábitos alimentarios eran generalmente los de recolección y no de cultivo, y cuyo cultivo se comenta que fue imposible dado que no se adaptaba para ello (Petryk, N. 2002; Viamontes, M. 2008).

CULTIVO Y PRODUCCIÓN.

Desde el punto de vista de la superficie cultivada, es el segundo cultivo en importancia del mundo, pero desde el punto de vista alimentario produce más calorías por hectárea que cualquier otro cereal cultivado.

El cultivo se practicó en Argentina desde la época de la Colonia. Las primeras referencias corresponden a Félix de Azara, quien refiere que fue introducido por los jesuitas en la provincia de misiones durante el siglo XVII. Entre 1899 y 1932, la superficie cultivada fue en promedio de alrededor de 5.500 ha con extremos de 2.400 y 10.700, que producían alrededor de 2.400 kg/ha con escasas variaciones, no superando nunca las 26.000 tn de arroz cáscara.

Hasta 1932 se localizaba principalmente en la región NOA (Tucumán Salta y Jujuy) y en Misiones (DeBattista, J.J. y Rivarola, S., 2006; SAGyP, 1994).

EVOLUCIÓN DE LOS ARROZALES.

A partir de 1932, en Argentina se produce su difusión, producto de una política aduanera que permitía a los productores locales enfrentar a los arroces importados. De esta forma, se inicia la etapa expansiva en Argentina en las provincias de Entre Ríos y Corrientes principalmente, aprovechando el enorme potencial de riego existente en ellas. En su primera etapa, el cultivo se realizaba sobre las llanuras de inundación de los cursos de agua, particularmente en la provincia de Entre Ríos, donde se ubicaba en los departamentos de Villaguay,

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ | PERÍODO 1970-2008

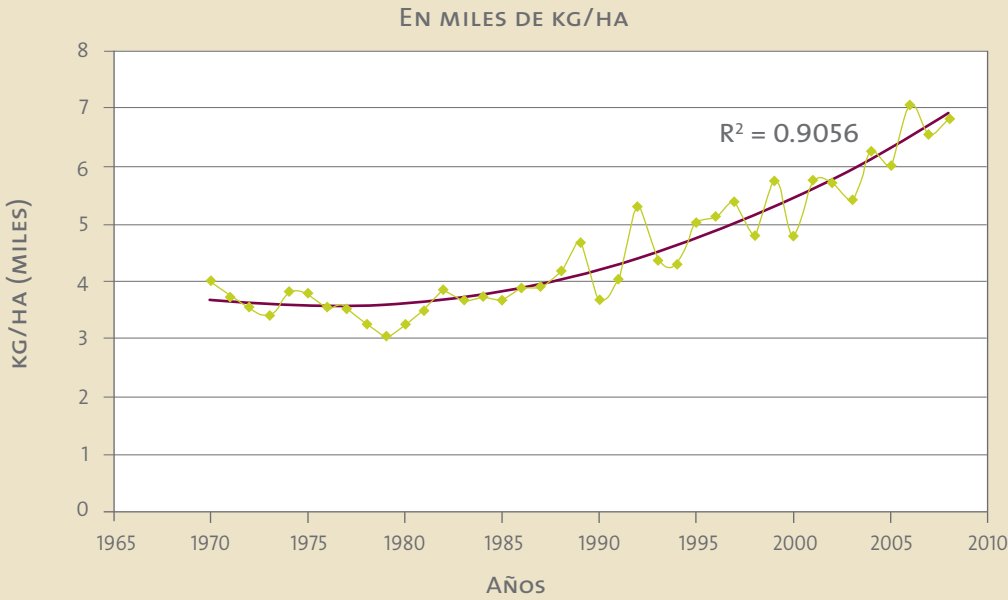


GRÁFICO 1

Colon, Uruguay, Federal y Federación. En 1932 se siembran 13.400 hectáreas, continuando en ascenso hasta la campaña 1998/99 con 290.000 hectáreas, para terminar en una superficie promedio de 170.000 hectáreas con un rendimiento de 6.500 kg/ha que produjeron alrededor de 1.000.000 de toneladas en promedio durante el último quinquenio (SAGPyA 2008, 1994). Esto significa que los rendimientos se multiplicaron por 2,7 veces en los últimos 80 años, generándose en Entre Ríos y Corrientes la mayor parte de la producción nacional.

En la historia del arroz en Argentina se fueron sucediendo sucesivas incorporaciones tecnológicas que contribuyeron a estos aumentos. En 1941 Santiago Pussi construye las primeras orugas para cosechadora en San Francisco, Córdoba y el 19 de junio de 1953 se realiza en la ciudad de San Salvador, E. Ríos, la primera Fiesta Nacional del Arroz. Anteriormente a ello la cosecha se realizaba manualmente o con segadoras engavilladoras trilladas, luego con máquinas estacionarias a vapor. Es interesante observar cómo los aumentos de rendimientos se producen de manera más o menos

constante, indicando cambios tecnológicos en forma permanente. (Gráfico 1)

A pesar de las continuas mejoras, se pueden definir cambios en la tecnología de producción, que marcan diferencias importantes. (Fotog. 1)



FOTOG. 1 | EL PROCESO DE COSECHA CON TRILLADORAS ESTACIONARIAS | GENTILEZA MUSEO DEL ARROZ DE SAN SALVADOR, E. RÍOS

CAMBIOS TECNOLÓGICOS.

Hasta la década del 60 en los lotes arroceros se





FOTOG. 2 | ANTIGUA TAIPADORA UTILIZADA HASTA LA DÉCADA DEL '70 | PRODUCCIÓN CAMELLONES ANGOSTOS, ALTOS Y DE ESCASA COMPACTACIÓN

realizaban dos o tres cultivos en forma consecutiva, momento en el cual generalmente se perdía fertilidad de suelo y/o se enmalezaban. La solución era el cambio de lote por un nuevo, dejándolo al anterior en “descanso” por cinco u ocho años. Quedaban, así, gramíneas estivales naturales que conducían a una producción ganadera de baja productividad (DeBattista, J.J. y Rivarola, S., 2006). Esta situación es de mucha importancia porque condicionaba el sistema productivo a una agricultura nómada en el sentido del periódico abandono de los lotes, produciendo agricultores predominantemente arrendatarios.

Las labores consistían en arada con casquetes y refinación con doble acción, para terminar con una rastra de dientes. La refinación era al punto de transformar el suelo en granulometría extremadamente fina, tratando de disminuir la porosidad para evitar pérdidas de agua por infiltración. Una vez terminadas estas labores, se construían las taipas siguiendo las curvas de nivel previamente trazadas con un nivel óptico en el mejor de los casos, o de construcción artesanal.

La construcción de las taipas era un trabajo muy laborioso, que se realizaba pasando un arado de rejas o de casquetes desnivelado para tener tierra disponible, la cual era acordonada con una herramienta en forma de V en una segunda labor (Fotog. 2). Las taipas conseguidas eran de base angosta y altas entre 20 y 30 cm con una muy mala compactación de tierra que dificultaba la contención del agua de inundación posteriormente (Fotog. 3). Si las nombra en el texto hay que ponerle número a la foto

La cosecha se realizaba con cosechadoras no especí-

ficas para arroz, adaptadas en talleres locales. Presentaba serios problemas de traslación y muy baja capacidad con cabezales entre 12 y 14 pies. Las principales adaptaciones residían en los cambios de rodado por neumáticos de tacos más grandes (Fotog. 4). La siembra se realizaba al voleo, y a posteriori con un rolo liso compactador para tratar de mejorar la eficiencia de la emergencia. Luego se regaba por inundación hasta llegar a un pelo de agua de unos 15 cm a la cosecha, la cual se realizaba con el cultivo inundado.

Las únicas medidas para control de malezas eran mecánicas, con el pasaje de rastras de dientes hasta último momento, siendo el agua de inundación la única responsable del control posterior.

A partir de la década del '60, se produce el primer cambio tecnológico importante. Aparece la posibilidad de realizar pozos semiprofundos asociados a la existencia de importantes acuíferos de gran rendimiento. Ello fue posible porque la tecnología de perforación a nivel regional para construir esos pozos y la disponibilidad de bombas de varios rotores estaba disponible en el mercado nacional. Esta tecnología permite, precisamente, el traslado de los cultivos a zonas altas, dándole acceso a mejores suelos y sobre todo a una mayor seguridad de cosecha, independizándose de posibles desbordes de ríos

De esta manera, la producción se realizaba en dependencia del número de pozos disponibles, provocando una explotación media por pozo de aproximadamente 60 hectáreas, cifra que era la



FOTOG. 3 | ARROCERA CON TAIPAS ANGOSTAS Y ALTAS POCO COMPACTADAS | GENTILEZA MUSEO DEL ARROZ DE SAN SALVADOR, E. RÍOS



FOTOG. 4 | ANTIGUAS COSECHADORAS DE LA DÉCADA DEL '60, PEQUEÑAS Y LIVIANAS, CON ESCASA CAPACIDAD DE COSECHA Y GRANO EMBOLSADO | GENTILEZA MUSEO DEL ARROZ DE SAN SALVADOR, E. RÍOS

modal que podía abastecer el caudal de una perforación. Esta situación, vinculada a un cultivo intensivo de riego por inundación, condicionó muchos aspectos de la maquinaria agrícola utilizada.

También en la década del '60 surge otro hecho tecnológico significativo: en el mercado aparece el Propanil, graminicida selectivo que comienza a cambiar la duración de las arroceras y las elecciones de los lotes. Los cultivares utilizados en esa época no habían sufrido demasiadas variaciones con respecto a los anteriores, por lo menos desde el punto de vista del tipo de cultivar. Así, la mayoría era de ciclo corto, del tipo japónica, grano corto o mediano y doble carolina, destinados a abastecer la demanda interna.

Otro de los hechos importantes aparejado al cultivo de arroz es la implementación de una cadena agro-industrial arrocera factor de desarrollo local. Así, se



FOTOG. 5 | ANTIGUO MOLINO ARROCERO | PRODUCCIÓN VALOR AGREGADO INDUSTRIALIZANDO EL ARROZ PARA CONSUMO HUMANO | GENTILEZA MUSEO DEL ARROZ DE SAN SALVADOR, E. RÍOS

implementan cooperativas y molinos privados, que presentan una integración entre el eslabón agrícola e industrial para luego ir avanzando con el fraccionamiento y venta en el mercado interno (Fotog. 5). Durante la década del '70, la producción de este grano comienza a buscar destinos externos debido a que el consumo interno en Argentina es muy bajo, del orden de los cinco a seis kg/habitante (Pantanelli A. 1999). Es en esta década cuando comienza a operarse un cambio de las variedades producidas, respondiendo a la demanda externa. Así son introducidos cultivares del tipo largo fino, los que además de ser de un tipo diferente de los sembrados hasta entonces, poseían una mejor calidad molinera y culinaria.

También a fines de los '60 y durante los '70 es cuando aparecen las primeras cosechadoras nacionales adaptadas para el cultivo de arroz fundamentalmente desde el punto de vista de la traslación. Se reemplazan las orugas que necesitaban mucho mantenimiento y tenían muy poca adaptación para el contratista, por los nuevos neumáticos de tacos profundos llamados vulgarmente “rueda pala”. Si bien existían antecedentes en la firma Vasalli con una línea de la que salieron pocas unidades (modelo P13), también equipada con sistema doble tracción, es la empresa Araus quien desarrolla cosechadoras equipadas con doble tracción de fábrica, mientras que las otras eran modificadas en talleres locales, equipándolas con tracción en el eje directriz.

A excepción de las modificaciones al sistema de traslación, prácticamente el resto de la tecnología era igual a la utilizada en los cultivos como el trigo, incluso los sistemas de trilla estaban equipados con cilindros de barras. Las cosechadoras de esta época presentaban serios problemas de pérdidas cuantitativas y cualitativas, al igual que un muy mal diseño ergonómico y no tenían cabinas, lo que transformaba el trabajo de cosecha de arroz en una actividad peligrosa e ingrata.

Una de las características de la cosecha hasta estos años era cosechar con bajos contenidos de humedad de grano. Esto se debía a limitaciones en el diseño de las cosechadoras, que sufrían frecuentes atoramientos por los altos índices de ingestión, por el arroz que tiene la planta verde al momento de cosecha, y por la escasa capacidad de secado instalada. La



FOTOG. 6 | LAS PRIMERAS COSECHADORAS CON CABINA MODIFICADAS POR TALLERES LOCALES INCORPORÁNDOLE TRACCIÓN EN EL EJE TRASERO

cosecha a granel comienza en esta época mejorando las bajas eficiencias de cosecha del orden de las 4 a 6 ha/día, al aumentar el tamaño de las cosechadoras y contar con mejoras para el operarios como las cabinas

En la década del '80 se producen nuevos cambios tecnológicos significativos, incorporando tecnología producida en la Estación Experimental del Este de la República Oriental del Uruguay (DeBattista, J.J. y Rivarola, S.2006). Las labores se realizan en forma anticipada durante el verano o principios de otoño, siempre con herramientas de casquetes, pero ahora de mayor tamaño y peso, utilizándose las rastras de tiro excéntrico con anchos superiores a los 3 metros con 80 kg/casquete o más, lo que aumentaba la capacidad de trabajo y de movimiento de suelo. Las labores anticipadas, por su parte, permitían un mejor control de malezas estivales, químico y mecánico, aumentando la posibilidad de realizar siembras tempranas a fines de septiembre u octubre con un



FOTOG. 7 | NIVELADORA DE GRAN DISTANCIA ENTRE EJES QUE PERMITIÓ MEJORAR SUSTANCIALMENTE LA EFICIENCIA DEL RIEGO

mayor potencial de rendimiento.

Otras de las máquinas que producen un cambio relevante son las niveladoras de gran porte, denominadas comúnmente "*land plane*", primeramente importadas de EE.UU. y luego fabricadas en la región (Fotog.7) que, junto con mejores sistemas de nivelación como los niveles láser, permiten un cambio sustancial en el manejo y la economía de agua. Los pelos de agua utilizados eran ahora de 5 a 10 cm, asociados a la tendencia de realizar camellones o taipas más bajas y anchas.

Ello es posible porque aparece otra máquina que permite elaborar este tipo de taipas más bajas de base ancha sin que se desmoronen con el riego. Se trata del llamado "arado taipero", que consta de una rastra de simple acción con convergencia hacia el centro, donde se ubica un rolo con forma de "V" invertida de ángulos suaves, muy pesado, con la posibilidad de lastrarlo, dando como resultado un camellón de unos 15 a 20 cm de altura de formas suaves y compactado (Fotog. 8).



FOTOG. 8 | ARADO TAIPEIRO | SU DISEÑO PERMITIÓ MEJORAR SUSTANCIALMENTE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMELLONES MEJORANDO INCLUSO LA SIEMBRA

En esta década también aparece a través de varias empresas otra máquina agrícola clave para el sistema arrocerero, el avión agrícola, que permite implementar tecnología específica de fertilización, tal como la aplicación de urea en diferenciación de panoja y aplicaciones de diferentes herbicidas, que ya para esta época son de uso frecuente. También en esta década, a mediados y fines de los '80, aparecen en el mercado nacional cosechadoras específicas arroceras, ya no sólo por sus capacidades traslativas (ahora equipadas con orugas de origen brasilero de bajo mantenimiento), sino que además



FOTOG. 9 | CABEZAL STRIPPER

cuentan con la incorporación de algunos mecanismos estáticos en los sistemas de limpieza, sistemas reversibles de alimentación, mayores capacidades de

llas, que permitieron aumentar notablemente la eficiencia de siembra respecto de las siembras al voleo, además de dar la posibilidad de realizar cultivos de cobertura entre las labranzas anticipadas y el momento de la siembra del arroz.

Esta situación estaba en consonancia con una fuerte integración al mercado brasilero, que se había transformado en el principal destino de las exportaciones. Precisamente esta situación provocó un cambio en las variedades sembradas, hasta el momento imponiéndose los cultivares pertenecientes a la subespecie índica con mejor capitación de energía y mayor potencial de rendimiento (Livore, A.B., 2006).

Los nuevos cultivares utilizados con mayor susceptibilidad al quebrado presentaban mayores problemas de cosecha. A fines del '80 y principios de los '90 se implementa a través del INTA un programa destinado a la mejora de las eficiencias de cosecha,

A fines del 80, principios de los 90 se implementa a través del INTA un programa destinado a la mejora de las eficiencias de cosecha, PROPECO. A través de su trabajo se difundieron tecnologías apropiadas para este cultivo y entre otros resultados, se adoptó, en forma masiva, el uso de cilindros y cóncavos de dientes. También se difundieron otras estrategias en la puesta a punto y equipamiento de las cosechadoras en un trabajo conjunto con las empresas privadas lo que coadyuvó a reducir significativamente las pérdidas cualicuantitativas de cosecha.

cosecha y materiales con mayor resistencia a la abrasión, más potentes, con cabezales de mayor ancho, que permiten cosechar más de 12 has/día. También están equipadas con sistemas hidráulicos para el control de trilla, control del molinete, etc. (Fotog. 9). Todas estas nuevas tecnologías permiten, sumado al mayor desarrollo de las plantas de acopio, que la cosecha se realice con contenidos de humedad mayores, del orden del 18-20% de humedad de grano. Este hecho posibilita una mejora en la calidad del grano para consumo producido con mejores rendimientos industriales.

La década del '90 aparece con una importante innovación tecnológica, proveniente de Brasil, que fue el uso de sembradoras directas. Estas máquinas estaban adaptadas para el pasaje de taipas, con ruedas articuladas y trenes montados en brazos con gran copiado en altura. Eran máquinas muy sencillas,

PROPECO. Mediante su trabajo se difundieron tecnologías apropiadas para este cultivo y, entre otros resultados, se adoptó, en forma masiva el uso de cilindros y cóncavos de dientes. También se difundieron otras estrategias en la puesta a punto y el equipamiento de las cosechadoras, en un trabajo conjunto con las empresas privadas, lo que coadyuvó a reducir significativamente las pérdidas cualicuantitativas de cosecha. Negrita en el texto También en esta época aparecen en el mercado los cabezales *stripper*, que permitieron un significativo aumento de la superficie cosechada, pero debido a la difusión de cabezales con mal diseño, a la necesidad de regularlos frecuentemente para disminuir las pérdidas y al especial requerimiento de este sistema de cosechar con velocidades superiores a los 4,5 km/h, muy altas para las condiciones de las arroceras, no fueron masivamente adoptados (Fotog. 10).





FOTOG. 10 | HUELLAS CARACTERÍSTICAS DE LA COSECHA SOBRE TERRENO ANEGADO CON POTENCIALES PROBLEMAS DE COMPACTACIÓN DE SUELO

Otra tecnología interesante pensada específicamente para arroceras fue la aparición de una sembradora de carga constante oleoneumática, destinada a las arroceras, hoy discontinuada. En el lapso ente 1994 y 1998, el cultivo de arroz presenta su mayor expansión, asociado a las exportaciones al mercado brasileño.

A fines de la década del '90 y durante la década del 2000 se comienza con planteos productivos, principalmente en la provincia de Corrientes, de realizar arroz en forma directa, es decir, sin laboreo o con laboreo mínimo, destinado a la reparación de taipas y canales. Estos planteos llevan asociadas modificaciones en las máquinas, la cosecha se realiza ya no sobre terrenos inundados o anegados (Fotog. 11), sino sobre terrenos secos, por retiro anticipado



FOTOG. 11 | COSECHA SOBRE TERRENOS SECOS CON MÁQUINAS DE MAYOR TAMAÑO Y PESO

del agua y un manejo del rastreo cuidando la distribución en el terreno. Por sus contenidos de humedad, normalmente altos, la temática relacionada con la compactación es motivo de estudio y su relación con las masas y presiones específicas de los equipos.

Estos nuevos planteos tecnológicos permiten aumentar el tamaño de equipos, tales como carros tolveros de gran capacidad para los usuales en las arroceras de más de 8 toneladas con doble eje y cosechadoras de mayor porte, mejorando las eficiencias (Fotog. 12).

También aparecen en el mercado sembradoras específicas para arroz con diferentes soluciones tecnológicas para mantener cargas más o menos constantes en los cruces de las taipas, con rodados articulados



FOTOG. 12 | SEMBRADORA ARROCERA CON TRENES DE SIEMBRA SOBRE BRAZOS LARGOS PARA EL COPIADO DE TAIPAS

que mejoran la eficiencia de implantación (Fotog. 13 y 14). Las cosechadoras utilizadas son, en su gran mayoría, específicas para arroz, con cabinas confortables y buena parte de ellas con asistencia electrónica de su funcionamiento.

Los cabezales utilizados son del orden de los 20 a 25 pies de ancho que, juntamente con el aumento de potencia, permiten cosechar más de 25 ha diarias. Los últimos avances tecnológicos en la mecanización de arroceras se podrían resumir en el ingreso de la Agricultura de Precisión con la elaboración de los mapas de rendimiento y de la tecnología axial en los procesos de cosecha, con mejoras en la calidad del grano cosechado y mayores índices de ingestión (Fotog. 15), a lo que se suma la incorporación de la etapa exportadora llevada a cabo por las cooperativas y grandes empresas.



FOTOG. 13 | SEMBRADORA ARROCERA CON TRENES DE SIEMBRA SOBRE BRAZOS LARGOS PARA EL COPIADO DE TAIPAS Y RUEDAS ARTICULADAS

Cabe agregar que en los últimos años se ha implementado la siembra de soja como una alternativa a la producción arrocerá, obteniendo excelentes resultados, y transformándose en otra opción al sistema arrocerá.

De lo expuesto, se deduce el decisivo impacto de la mecanización en la producción agrícola, en este caso arrocerá, sobre todos los aspectos relativos a la eficiencia del cultivo, no solo disminuyendo costos y humanizando tareas, sino también permitiendo la adopción de otras tecnologías asociadas, viables sólo en el caso de contar con la mecanización adecuada.

## UNA MIRADA A LAS ARROCERAS DEL FUTURO.

Es difícil predecir cómo será una arrocerá en el futuro, dentro de veinte o cuarenta años, por ejemplo. El desafío es imaginarse esta situación como un sistema productivo al menos en el futuro más cercano y no como técnicas aisladas.

Posiblemente, dada las enormes posibilidades de la genética, los cambios tecnológicos asociados a ésta puedan lograr individuos con características que condicionen y cambien toda la tecnología utilizada hasta un momento determinado. Sin embargo, y no contemplando un cambio de paradigma productivo decisivo en este sentido, es probable que en los próximos 20 años se produzcan cambios asociados

principalmente a los sistemas de riego.

La disponibilidad de agua de calidad seguramente sea cada vez un bien más escaso y se priorice el consumo humano, por lo que es muy posible que aparezcan nuevas tecnologías de riego. Probablemente se perfeccione el sistema de inundación al punto de llegar a utilizar el riego manteniendo el perfil anegado o en capacidad de campo, minimizando el uso de agua. Ello seguramente estará asociado a algún sistema de riego mecanizado y a la aparición de nuevas características en variedades, las que posiblemente sean mayoritariamente híbridas. Si bien en el presente existen variedades resistentes a un graminicida, la inundación continúa siendo la herramienta que asegura la competitividad del cultivo y, así, las nuevas variedades tendrán mayor resistencia a plagas, enfermedades y herbicidas totales en forma similar a lo que sucede hoy con la soja.

También, en los próximos 20 años la Agricultura de Precisión será masivamente adoptada ya que los altos rendimientos seguramente estén muy asociados a altas dosis de fertilización, que serán aplicadas en forma precisa y por ambiente. Otro de los cambios a producirse será el empleo de rotaciones para conseguir el doble cultivo en los lotes, tecnología hoy común en otros cultivos, pero que en arroz podrá ser aplicada al cambiar los sistemas de riego. Estas modificaciones permitirán utilizar las ventajas de escala en las maquinarias, ahora sin impedimentos de taipas o con camellones de un diseño que no se transforme en



FOTOG. 14 | COSECHADORA ESPECÍFICA ARROCERA DE TRILLA Y SEPARACIÓN AXIAL

limitaciones de sembradoras y cosechadoras. El tránsito controlado en los lotes y las máquinas de baja presión específica será tecnología adoptada como complementaria de la realización de rotaciones más intensivas. El arroz se cultiva en suelos con horizontes arcillosos, generalmente con menores aptitudes agrícolas, lo que los hace más susceptibles de degradaciones, especialmente las físicas, que serán muy tenidas en cuenta al aumentar la intensidad de uso. Sin embargo, no se puede descartar que de la combinación de nuevas variedades y nueva tecnología de riego el arroz pueda ser extendido a regiones hoy no contempladas. Hacia el 2050 seguramente aparezcan tecnologías

asiáticos, pero como práctica habitual no asociada a un suelo inundado. Por supuesto ello será asociado a sembradoras inteligentes que además de la siembra puedan hacer el control de la calidad de la semilla o plántula que siembra, ya que posiblemente sean un insumo muy costoso. Este tipo de tecnología permitirá **3 ó más cultivos al año con nuevas variedades de alta eficiencia de captación y transformación energética** porque la tierra siempre será un bien finito y, por lo tanto, escaso. Aparecerán agroindustrias que utilicen el arroz y sus subproductos en elementos de alto costo con destinos inimaginables. Lo destinado a consumo será alimento elaborado, y el grano entero pulido actual,

La mecanización será casi independiente de la mano de obra, con máquinas autodireccionadas, inteligentes, ya no programadas para aplicar una determinada dosis, sino capaces de tomar decisiones por cuenta propia a través de la información que le den los sensores.

que cambien muchos de los paradigmas actuales. Es posible que comience en el mundo por los granos **una demanda no sólo derivada del consumo de alimentos, sino de otros destinos que podrán ser desde el actual biocombustible hasta elementos electrónicos, por ejemplo, la cáscara como fuente de sílice de alta pureza.** Posiblemente aparezcan variedades de arroces capaces de fijar nitrógeno atmosférico, como son actualmente las leguminosas, y el riego sea una variable igual a las utilizadas para cualquier otro cultivo con estas nuevas variedades. La tecnología de siembra será con semillas pregerminadas o incluso de plántulas, similar a lo que sucede hoy en experiencias con avión o en arrozales

será sólo un porcentaje de lo que elaboren las industrias. No existirá más el medio grano ni cuarto, la tecnología, hoy en sus albores, estará a punto para “reelaborar” el grano, haciéndolo entero a partir del quebrado. En este marco, la mecanización será casi independiente de la mano de obra, con máquinas autodireccionadas, inteligentes, ya no programadas para aplicar una determinada dosis, sino capaces de tomar decisiones por cuenta propia a través de la información que le den los sensores. Todo ello apoyado en una enorme compresión de los procesos biológicos y una investigación altamente específica con fuertes componentes regionales.

BIBLIOGRAFÍA

> 8° CURSO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y 3ER EXPO DE MÁQUINAS PRECISAS. 2008. EDICIONES INTA PROYECTO AGRICULTURA DE PRECISIÓN.

> BERNIS FRANQUET Y PÀMIES BORRÀS. 2005. ECONOMÍA DEL ARROZ: VARIEDADES Y MEJORA, EDICIÓN ELECTRÓNICA GRATUITA. TEXTO COMPLETO EN WWW.EUMED.NET/LIBROS/2006A - WWW.EUMED.NET/LIBROS/2006A/CAP. I.

> BRAGACHINI, M; BONETTO, L; BONGIOVANNI, R. 1994. “MANÍ” IMPLANTACIÓN, CUIDADOS CULTURALES, COSECHA, SECADO Y ALMACENAJE. PROYECTO INTA PROPECO.

> BRAGACHINI, M; CATTANI, P; RAMÍREZ, E.; NOGUERA, E; RUIZ, S. 1997. “LOS AVANCES DEL FORRAJE CONSERVADO EN 4 AÑOS DE TRABAJO DEL INTA PROPEFO”. EDICIONES INTA CUADERNO DE CONTENIDOS.

> BRAGACHINI, M; MÉNDEZ, A; VON MARTINI, A. 2001. “ESLABONAMIENTO PRODUCTIVO DEL SECTOR MAQUINARIA AGRÍCOLA ARGENTINA” EDICIÓN: CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - INTA.

> BRAGACHINI, M; CASINI, C; BONGIOVANNI, R; PEIRETTI, J; SCARAMUZZA, F; MÉNDEZ, A; RODRÍGUEZ, J; BARTOSIK, R; CABRAL, G; CUNIBERTI, M. 2003. “TRIGO” EFICIENCIA DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE GRANOS” EDICIONES INTA PRECOP MANUAL TÉCNICO N° 1.

> BRAGACHINI, M; CASINI, C. 2005. “SOJA” EFICIENCIA DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE GRANOS” EDICIONES INTA PRECOP MANUAL TÉCNICO N° 3

> BRAGACHINI, M. 2007. “ESTADO ACTUAL Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA 2007 - 2015”. EDICIONES INTA CUADERNO DE CONTENIDOS.

> BRAGACHINI, M; CATTANI, P; GALLARDO, M; PEIRETTI, J. 2008. “FORRAJES” CONSERVADOS DE ALTA CALIDAD Y ASPECTOS RELACIONADOS AL MANEJO NUTRICIONAL. EDICIONES INTA. INTA PRECOP II, MANUAL TÉCNICO N° 6

> CHAUNU PIERRE, 2006, HISTORIA CIENCIA SOCIAL. ED. ENCUENTRO. P. 240 - 244. PP 604.

> DeBATTISTA, JUAN J. Y RIVAROLA, SILVIA E. 2006. PRÁCTICAS CULTURALES DEL ARROZ EN ENTRE RÍOS. VOL. II, CAP. III. P 337 - 339 IN EL ARROZ SU CULTIVO Y SUSTENTABILIDAD EN ENTRE RÍOS. ED. UNL Y EDUNER. DIR. DE OBRA RENÉ BENAVIDES

> DE DIOS, CARLOS A. 1996. SECADO DE GRANOS Y SECADORAS. SERIE: TECNOLOGÍA DE POSTCOSECHA 11. FAO. SANTIAGO, CHILE. 1996.

> DE SIMONE, M; DRAGHI, L; HILBERT, J; JORAJURIA COLLAZO, D. 2006. “EL TRACTOR AGRÍCOLA” FUNDAMENTO PARA SU SELECCIÓN Y USO. EDICIONES INTA

> DINÁMICA RURAL. 1982. “EL ESTALLIDO DE LA PRIMAVERA” MALEZAS: EL ARSENAL Y COMO EMPLEARLO. SIEMBRA: EL ÉXITO DE LAS NEUMÁTICAS. TAMBO: CALIDAD, PASTURAS Y PLANIFICACIÓN. COMPAÑÍA EDITORA PLATENSE S.A.

> INFORME SOBRE OPERADORES DE GRANOS 2003-04. ONCCA, OFICINA NACIONAL DE CONTROL COMERCIAL AGROPECUARIO. SAGPyA.

> INTA PRECOP. 2008. “COSECHA DE MAÍZ EN LA ARGENTINA, 2007-2008”. ACTUALIZACIÓN TÉCNICA N° 36.

> INTA PRECOP. 2008. “CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE COSECHADORAS”. ACTUALIZACIÓN TÉCNICA N° 38.

> INTA PRECOP. 2008. “COSECHA DE SOJA EN LA ARGENTINA. 2007-2008”. ACTUALIZACIÓN TÉCNICA N° 39.

> LIVORE, A.B. 2006. LA GENÉTICA DEL ARROZ. VOL. I, CAP. I, P. 53 IN. EL ARROZ SU CULTIVO Y SUSTENTABILIDAD EN ENTRE RÍOS. ED. UNL Y EDUNER. DIR. DE OBRA RENÉ BENAVIDES.

> MARCELO VALFIORANI, 2009. COMUNICACIÓN PERSONAL.

> MARY B. HYDE, BAKER A.D., ROSS A.C. Y LÓPEZ C.O. 1974.



- > EL ALMACENAMIENTO HERMÉTICO DE LOS CEREALES. FAO. ROMA, 1974.
- > MUNDO, N.L. 2002. “COSECHA DE CEREALES Y OLEAGINOSAS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA”. GRÁFICA CID S.R.L.
- > SITUACIÓN PORTUARIA ARGENTINA ENERO 2008. DIRECCIÓN DE MERCADOS AGROALIMENTARIOS. SAGPyA, 2008.
- > SCHULTE, ERNESTO A. A., 1947. GRANOS Y ELEVADORES EN LA REPÚBLICA ARGENTINA. TALLERES GRÁFICOS EMILIO FENNER S.R.L. ROSARIO, 1947.
- > OSORIO, A; PRIETO, D; CHIPANA, R; GARCÍA, C; BLANCO, M; RIBEIRO DA SILVA, H. 2005-2006. “SITUACIÓN DEL REGADÍO EN LOS PAÍSES DE LA RED DE RIEGO DEL PROCISUR, EN EL CONO SUR DE AMÉRICA”.
- > ORTIZ - CAÑAVATE, J. 1980. “LAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS” Y SU APLICACIÓN. MUNDI - PRENSA MADRID.
- > PANTANELLI, ANDREA. 1999. ANÁLISIS DE LA CADENA DE ARROZ PARA CONSUMO. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, ARGENTINA. 5 PP.
- > PETRYK, NORBERTO E. 2002. LA COCINA COMO PATRIMONIO (IN)TANGIBLE. ED. COMISIÓN PARA LA PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO CULTURAL DE LA CIUDAD DE BS. AS. DEL GOBIERNO DE LA CIUDAD AUTÓN. DE BS. AS. 246 PP.
- > PRIETO, D. 2006. “MODERNIZATION AND THE EVOLUTION OF IRRIGATION PRACTICES”. SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA.
- > POLO VIAMONTES, M. EL ARROZ EN LA ALIMENTACIÓN. WWW.SALUDPARALAVIDA.SLD.CU
- > PROYECTO FAO TCP/ARG/2903. 2004. ANÁLISIS DE LAS CADENAS DE MAÍZ Y SOJA EN ARGENTINA, CON VISTAS A LA EXPORTACIÓN DE MERCADERÍAS OVM Y NO OVM EN EL MARCO DEL ART. 18.2 DEL PROTOCOLO DE CARTAGENA SOBRE SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA. DIR. NAC. DE MERCADOS AGROALIMENTARIOS, SAGPyA. BS. AS, MAYO DE 2004.
- > PROYECTO INTA PROPECO. 1992. “SOJA” SIEMBRA, COSECHA, SECADO Y ALMACENAJE. EDICIONES INTA.
- > RAMÍREZ OLANO, R. 2009. HISTORIA DEL ARROZ. WWW.SCRIBD.COM/DOC/11880507/HISTORIA-DEL-ARROZ
- > RAINMAKERS. A PHOTOGRAPHIC STORE OF CENTER PIVOTS. 2005. PUBLISHED BY THE GROUNDWATER FOUNDATION. LINCOLN, USA.
- > SAGyP, 1994. ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS Y PESQUERAS. ED. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS. P. 331 - 333.
- > SAGyP, 2009. ESTADÍSTICAS AGRÍCOLAS. CULTIVO DE ARROZ - WWW.SAGPYA.MECON.GOV.AR
- > VASSALLI FABRIL S.A. INFORMACIÓN INSTITUCIONAL.

## Páginas y sitios de Internet

WWW.AGROMETAL.COM  
WWW.MAINERO.COMAR  
WWW.NEWHOLLAND.COM  
WWW.IMCESTARI.COM  
WWW.PRODUCCION-ANIMAL.COM.AR

WWW.COSECHAYPOSTCOSECHA.ORG  
WWW.AGRICULTURADEPRECISION.ORG  
WWW.AGRICULTURADEPRECISION.ORG  
WWW.SAGPYA.MECON.GOV.AR  
WWW.FCAGR.UNR.EDU.AR