



## AVANCES EN TECNOLOGÍA DE COSECHA EFICIENCIA DE COSECHA DE GRANOS

Ing. Agr. MSc. Mario Bragachini

Ing. Agr. José Peiretti

Proyecto Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos

INTA EEA Manfredi

### Contenido

PROYECTO NACIONAL EFICIENCIA DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE GRANOS.....	1
MERCADO DE MAQUINARIAS AGRÍCOLAS ARGENTINO.....	5
EFICIENCIA DE COSECHA (SOJA Y MAÍZ) .....	11
EFICIENCIA DE COSECHA DE SOJA.....	13
EFICIENCIA DE COSECHA DE MAÍZ .....	16
EFICIENCIA DE COSECHA DE GIRASOL.....	19
EFICIENCIA DE COSECHA DE TRIGO .....	22
MANEJO DE LOS RESIDUOS DE COSECHA .....	26
AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN LA COSECHA .....	29

---

### PROYECTO NACIONAL EFICIENCIA DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE GRANOS

**Desarrollo y Difusión de Tecnología para Aumentar la Eficiencia de Cosecha y Postcosecha y Mejorar la Calidad de los Granos de Cereales y Oleaginosas**

#### Objetivos y alcances propuestos del proyecto

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), pondrá en marcha el **Proyecto Nacional de Desarrollo y Difusión de Tecnología para Aumentar la Eficiencia de Cosecha y Postcosecha y Mejorar la Calidad de los Granos de Cereales y Oleaginosas**, el cual implementa acciones a nivel nacional de experimentación y extensión en todos los aspectos ligados a la mejora de la cantidad y calidad de la cosecha y postcosecha de los granos de cereales y oleaginosas en Argentina.

El proyecto trabajará orientando a los productores, profesionales, contratistas rurales, fabricantes de maquinarias e insumos, agroindustriales, empresarios rurales y público en general, respecto a las técnicas adecuadas referentes a la cosecha y postcosecha para cada situación, tipo de producción, cultivo, región y estación del año en que se trabaje.

Nace como respuesta a una demanda del medio rural hacia la institución motivada por el valor de las pérdidas en la cosecha y postcosecha de granos en Argentina (Tabla 1, 2), y también como respuesta a un medio productivo e industrial que demandaba ayuda en un tema tan importante como es: una producción “de y con calidad”.

**Tabla 1.** Pérdidas de cosecha en los ocho cultivos abarcados por el proyecto y su significancia económica. Valor de una reducción en las pérdidas del 20% (objetivo de este proyecto).

Cultivos	Area cosecha (ha)	Pérdidas (kg/ha)	Pérdidas (t)	Valor (U\$/t)	Pérdidas (U\$)	20% reducción pérdidas
Soja	12,606,845	166	2,092,736	222	464,207,645	92,841,529
Maíz	3,084,374	388	1,196,737	89	106,142,546	21,228,509
Girasol	2,378,000	135	321,030	210	67,496,250	13,499,250
Sorgo	592,740	350	207,459	76	15,738,269	3,147,654
Trigo	6,300,210	135	850,528	128	109,202,592	21,840,518
Poroto	70,000	135	9,450	150	1,417,500	283,500
Arroz	110,000	270	29,700	183	5,435,100	1,087,020
Maní	157,326	293	46,097	433	19,959,792	3,991,958
<b>Totales</b>	<b>25,299,495</b>				<b>789,599,694</b>	<b>157,919,939</b>

**Tabla 2.** Pérdidas de postcosecha en los ocho cultivos abarcados por el proyecto y su significancia económica. Valor de una reducción en las pérdidas del 20% (objetivo de este proyecto).

Cultivos	Area cosecha (ha)	Producción (t)	Valor (U\$/t)	Valor Producción (U\$)	Pérdidas 6% (U\$)	20% reducción pérdidas
Soja	12,606,845	34,800,000	222	7,719,284,211	463,157,053	92,631,411
Maíz	3,084,374	15,040,000	89	1,333,947,005	80,036,820	16,007,364
Girasol	2,378,000	3,804,800	210	799,955,556	47,997,333	9,599,467
Sorgo	592,740	2,685,000	76	203,689,655	12,221,379	2,444,276
Trigo	6,300,210	12,301,000	128	1,579,372,495	94,762,350	18,952,470
Poroto	70,000	77,000	150	11,550,000	693,000	138,600
Arroz	110,000	718,000	183	131,394,000	7,883,640	1,576,728
Maní	157,326	235,989	433	102,183,237	6,130,994	1,226,199
<b>Totales</b>	<b>25,299,495</b>				<b>712,882,570</b>	<b>142,576,514</b>

### Realidad actual

En Argentina de cada 100 kg de grano listo para ser cosechado, de los principales cultivos extensivos, por diferentes factores (cantidad y calidad), se pierde el valor de 13 kg aproximadamente, a pesar de que en nuestro país se dispone de tecnología capaz de aumentar esa eficiencia en un 50 %.

### Finalidad del proyecto

A principios del 2004, se empezó a delinear el fundamento del proyecto, cuya finalidad es aumentar la cantidad y calidad de los granos de cereales y oleaginosas para mejorar el valor de las exportaciones agroalimentarias y agroindustriales del país, y así incrementar las exportaciones del sector agropecuario, para el mejoramiento de la balanza comercial del país, con un

aumento de la competitividad de la producción de cereales y oleaginosas argentinos.

### **Objetivos generales del Proyecto**

- Difundir y poner en práctica el concepto integral de **CALIDAD** en la producción de granos en el país.
- Reducir las pérdidas de granos en las etapas de cosecha y postcosecha de cereales y oleaginosas en un 20% en un periodo de 5 años.
- Contribuir a mejorar la calidad de los granos de cereales y oleaginosas de acuerdo a la nueva tendencia de la demanda internacional: granos nutritivos, sanos, limpios y no contaminados.
- Contribuir al desarrollo de industrias agroalimentarias mediante la transformación, en origen, de los granos en alimentos exportables de alta calidad. Esto promoverá la demanda laboral en el interior del país

### **Objetivos específicos del Proyecto**

- Determinar el nivel de pérdidas actuales en las etapas de precosecha, cosecha y postcosecha.
- Establecer cuáles son los factores durante las etapas de cosecha y poscosecha que más afectan la cantidad y calidad de los granos.
- Establecer cuáles son los niveles de contaminación química (agroquímicos), y biológica (micotoxinas), que existen en los granos.
- Diseñar las estrategias adecuadas de transporte de granos para reducir las pérdidas durante esta operación.
- Diseñar las estrategias adecuadas para el almacenamiento de granos diferenciado por calidad.
- Establecer el beneficio económico y demanda de mano de obra, a nivel país, en caso de transformar en origen los granos en alimentos para el mercado interno y externo.
- Difundir la tecnología adecuada disponible para reducir las pérdidas en cantidad y calidad de granos en la etapa de cosecha. (Pérdidas de precosecha y pérdidas ocasionadas por la cosechadora).
- Difundir la tecnología disponible para reducir las pérdidas en cantidad y calidad de los granos en la etapa de postcosecha. (Pérdidas en el almacenamiento) a campo, plantas de acopios, industrias, terminales y transporte granos).
- Desarrollar nuevas tecnologías para reducir las pérdidas en cantidad y calidad de granos en la etapa de cosecha. (Pérdidas de precosecha y pérdidas ocasionadas por la cosechadora).

- Elevar el nivel de conocimiento de la industria metalmeccánica nacional, para lograr mayor competitividad y participación en el mercado interno y externo de equipos de cosecha. Esto mediante la incorporación de tecnología de proceso y producto de alta complejidad.
- Desarrollar nuevas tecnologías para reducir las pérdidas en cantidad y calidad de los granos en la etapa de poscosecha. (Pérdidas en el almacenamiento a campo, plantas de acopios, industrias, terminales y transporte granos).

### **Estrategias**

La transferencia de tecnología se basará en una estrategia de comunicación y difusión masiva de la tecnología propuesta, con mensajes claros y uniformes a lo largo del país cubierto por medio de técnicos y comunicadores regionales de primer nivel distribuidos en 13 estaciones experimentales a lo largo del país, coordinadas por la unidad ejecutora (EEA Manfredi). Las unidades propuestas para participar en este Proyecto son las siguientes (Tabla 3):

**Tabla 3.** Unidades participantes a nivel nacional del proyecto de eficiencia de cosecha y poscosecha de granos.

<b>Unidad ejecutora</b>	EEA Manfredi
<b>C. R. Córdoba</b>	EEA Marcos Juárez EEA Manfredi
<b>C. R. Buenos Aires Norte</b>	EEA Pergamino
<b>C. R. Buenos Aires Sur</b>	EEA Balcarce
<b>C. R. Santa Fe</b>	EEA Rafaela EEA Oliveros EEA reconquista
<b>C. R. Chaco – Formosa</b>	EEA Roque Sáenz Peña EEA Las Breñas
<b>C. R. Entre Ríos</b>	EEA Concepción del Uruguay EEA Paraná
<b>C. R. Patagonia Norte</b>	EEA Anguil
<b>C. R. NOA</b>	EEA Salta EEA Famaillá

Las principales actividades realizadas en el 2003 se destacan mas de 70 disertaciones y conferencias en distintos marcos, en las que se trataron temas fundamentales de la problemática de cosecha y poscosecha y que fueron dadas para los destinatarios e interesados de todo el largo y ancho del país, teniendo como objetivo una introducción en la problemática y en los temas afines.

Se destacan la edición de tres libros dentro del marco del Proyecto. El primero de ellos introductorio, seguido por dos manuales técnicos sobre Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Trigo y Girasol respectivamente. En preparación se encuentra el manual técnico sobre Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Soja.

La presencia del INTA y el Proyecto en los principales eventos masivos del ambiente agropecuario realizados en el 2003 y comienzos del 2004 (Expo

chacra, Feriagro, Agrocordoba, Agro Activa, Palermo 2004, etc.), sirvieron para llegar a un gran número de destinatarios y para la difusión del objetivo e intenciones del Proyecto.

### Principales logros

El principal logro en solo un año de precampaña del proyecto (2003), fue que los principales involucrados y participantes de la problemática de cosecha y postcosecha argentina, tomaran conciencia de lo que significan las pérdidas e ineficiencia en dos procesos tan importantes como estos en la cadena productiva nacional. Una señal de esto es la reactivación del mercado de cosechadoras en el 2003, con 2334 unidades cero kilómetro vendidas contra solo 560 en el 2002, mientras que las ventas de la maquinaria en general aumento en un año el 141 %, las cosechadoras lo hicieron en un 316 %, en el rubro de almacenaje, secado y acondicionamiento de grano, la inversión del último año fue muy positiva, sin duda logros importantes de equipamiento que a corto plazo se verá reflejado en resultados concretos de mejora de la eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Cereales y Oleaginosas en Argentina.

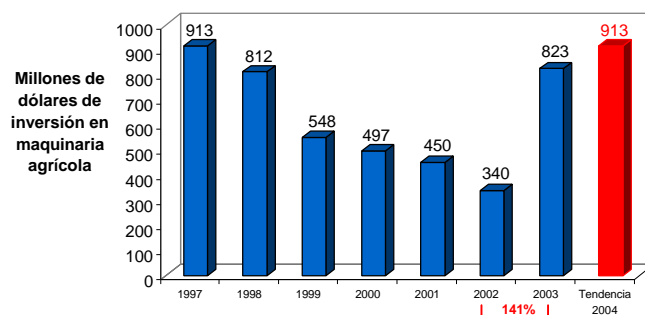
Los Coordinadores técnicos de este proyecto serán los Ing. Agr. MSc. Mario Bragachini y el Ing. Agr. PhD. Cristiano Casini, ambos de INTA EEA Manfredi.

## MERCADO DE MAQUINARIAS AGRÍCOLAS ARGENTINO

### 2003 – AÑO DE FUERTE REACTIVACIÓN DEL MERCADO

### 2004 – MUY PROMISORIO (tendencia 10% superior al 2003 en algunos rubros).

El año 2003 finalizó con 142% más de inversión en maquinaria agrícola con respecto al 2002.- Los rubros con mayor incremento fueron: Cosechadoras con 316% (de 560 a 2334); Tractores 312,7% (de 1.050 a 4.334); Equipos de riego pivot central 180% (de 50 a 140); Pulverizadoras autopropulsadas 90% (de 400 a 760); Rotoenfardadoras 79 % (de 320 a 575); Cabezales girasoleros 58% (de 150 a 238); 13% en Sembradoras (de 4.500 a 5.118) con mayor ancho y kit de fertilización; Cabezales maiceros 41% (850 a 1.200) y Acoplados tolva autodescargables 23% (de 2.200 a 2.700) entre otros (Figura 1).



**Figura 1.** Evolución de la inversión en Maquinaria Agrícola, en millones de dólares FUENTE: CAFMA, AFAT, INTA Manfredi – cotización 2003 – 1 U\$S = 3 \$.

Aclaración: este cuadro incluye para los años 1997 – 1998 ventas de máquinas para cultivos regionales como cosechadoras de algodón, cosechadoras y arrancadoras de maní, algunas máquinas específicas para poroto y arroz, que a partir del año 1999 hasta el presente desaparecieron del mercado, esto explica en parte la brusca caída de las inversiones totales en maquinaria en nuestro país.

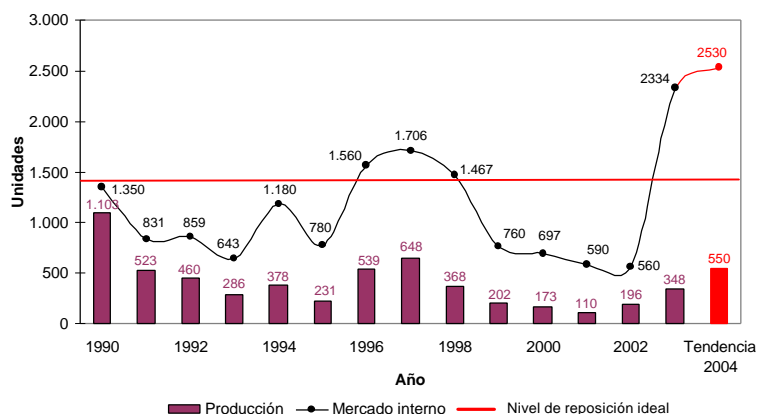
### **Tendencias del Mercado de Maquinaria Agrícola**

Se observa un crecimiento en el 2003 positivo en la inversión de maquinaria. Los datos indican un incremento de 483 millones de dólares, lo que significa un 142% más con respecto al 2002, y es de hacer notar que faltan considerar algunos rubros, que si bien no son significativos incrementan en unos 50.000.000 U\$S aproximadamente la inversión total, lo que ubica al año 2003 en una inversión en dólares superior a la del año 1999 marcando un crecimiento positivo que no debe detenerse. La recuperación del mercado estaría incentivada por el aumento de los precios internacionales de cereales y oleaginosas, causa que puede desaparecer dado que sucedió mayoritariamente por causas climáticas y no de demanda. **El rubro de mayor crecimiento de venta en el 2003 fue el de Cosechadoras con 316%, ocasionado entre otras cosas por una recuperación de la concientización de los productores,** sobre la alta recuperación de la inversión demostrada por el INTA; la mayor venta de cosechadoras arrastró las ventas de tractores con 312% de incremento con relación al 2002, dado que el grano durante la cosecha se mueve con acoplados tolvas cada día más grandes que requieren tractores de nueva generación con mayor potencia y agilidad.

**Aclaración:** También es para destacar que si bien la evolución del mercado es analizado en valor dólar, actualmente el productor en relación a su moneda, que es el cereal con plan canje, pudo comprar en el 2003 un 40 % más de máquinas con referencia a la época de la convertibilidad. Otra aclaración que puede explicar el incremento de la inversión en maquinaria es la alta capacidad de endeudamiento de productores y contratistas por la liquidación de pasivos, realizada por la salida de la convertibilidad.

**Los diferentes analistas coinciden en pronosticar un año 2004 con un incremento del 10% en las inversiones en maquinaria agrícola**

### **Mercado de Cosechadoras**



**Figura 2.** Evolución de la producción nacional y del mercado interno de cosechadoras de los últimos 14 años y su proyección para el 2004. Fuente: INTA Manfredi.

Argentina presenta un parque de 19.300 máquinas cosechadoras, donde existen unas 7.556 máquinas de más de 10 años de vida (39% del parque), y un 10% con más de 28 años de vida (Figura 2).

Esta causa y otros aditivos provocan una ineficiencia de cosecha, que provoca pérdidas, en los cinco principales cultivos extensivos, del orden de los 790 millones de dólares/ anuales. El proyecto de INTA sobre eficiencia de cosecha y postcosecha de granos se plantea como objetivo reducirla en un 20% en 5 años, recuperando más de 157 millones de dólares/año.

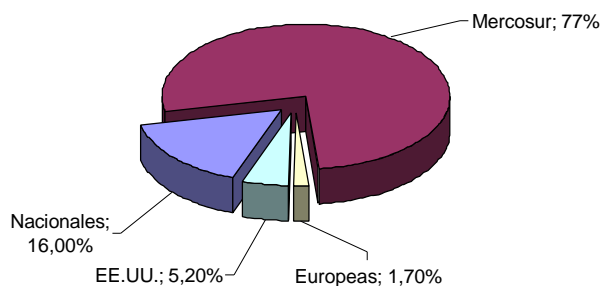
Actualmente en la fabricación de maquinas cosechadoras, se observa una tendencia tecnológica hacia los siguientes aspectos de la maquina:

- Mejora en los cabezales sojeros, barra de corte, automatización de control del flexible, auto nivelación y programación del molinete, mejoras en los separadores laterales.
- Mejora en la eficiencia de trilla, para disminuir el daño mecánico al grano.
- Mayor capacidad de tolva y mejora en la descarga.
- Mejoras en el sistema de rodado de las cosechadoras, neumáticos con menor presión de inflado para evitar huellas y compactaciones.
- Mejoras en el tratamiento y distribución de la paja y granza que sale de la cola de las cosechadoras.
- Mejoras ergonómicas en el puesto de comando, más información y mayor automatización.
- Mayor confiabilidad en los equipamientos electrónicos.
- Mejoras en los dispositivos electrónicos y software. Mejoras en hardware: monitores de pérdidas, monitores de retorno, monitores de rendimiento con mapeo satelital.

- Mejoras en seguridad: normas de seguridad IRAM cumplimentadas.

Otras tendencias serían mayor ancho de cabezal, mayor potencia, menos consumo específico del motor, mejores servicios post venta, mayor capacitación de los operarios que de ahora en más, no solo cosecharan granos, sino datos de variabilidad natural e inducida.

### Evolución del mercado de cosechadoras en los últimos 10 años



**Figura 3.** Mercado de cosechadoras 2003, unidades vendidas en porcentaje según origen. (Fuente: INTA Manfredi, AFAT, CAFMA).

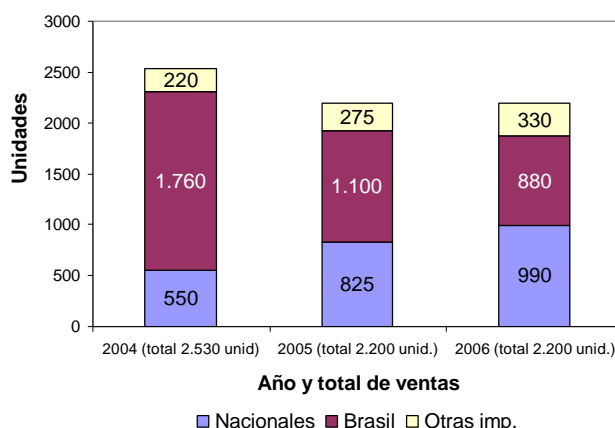
**Tabla 4.** Situación del parque de cosechadoras argentino en el 2002 y en el 2003. Fuente: INTA Manfredi.

Situación a fines del 2002					Situación a fines del 2003				
Año	Edad	Unidades	% parque	Edad %	Año	Edad	Unidades	% parque	Edad %
<b>2003</b>					<b>2003</b>	1	<b>2334</b>	12,09%	0,12
<b>2002</b>	1	560	3,11%	0,03	<b>2002</b>	2	560	2,90%	0,06
<b>2001</b>	2	590	3,28%	0,07	<b>2001</b>	3	590	3,06%	0,09
<b>2000</b>	3	697	3,87%	0,12	<b>2000</b>	4	697	3,61%	0,14
<b>1999</b>	4	760	4,22%	0,17	<b>1999</b>	5	760	3,94%	0,20
<b>1998</b>	5	1467	8,15%	0,41	<b>1998</b>	6	1467	7,60%	0,46
<b>1997</b>	6	1706	9,47%	0,57	<b>1997</b>	7	1706	8,84%	0,62
<b>1996</b>	7	1560	8,66%	0,61	<b>1996</b>	8	1560	8,08%	0,65
<b>1995</b>	8	780	4,33%	0,35	<b>1995</b>	9	780	4,04%	0,36
<b>1994</b>	9	1180	6,55%	0,59	<b>1994</b>	10	1180	6,11%	0,61
<b>1993</b>	10	643	3,57%	0,36	<b>1993</b>	11	643	3,33%	0,37
<b>1992</b>	11	859	4,77%	0,52	<b>1992</b>	12	859	4,45%	0,53
<b>1991</b>	12	831	4,61%	0,55	<b>1991</b>	13	831	4,31%	0,56
<b>1990</b>	13	1350	7,50%	0,97	<b>1990</b>	14	1350	6,99%	0,98
<b>1989</b>	14	950	5,27%	0,74	<b>1989</b>	15	950	4,92%	0,74
<b>1989+</b>	<b>24</b>	<b>4077</b>	<b>22,64%</b>	<b>5,45</b>	<b>1989+</b>	<b>28</b>	<b>1743</b>	<b>9,03%</b>	<b>2,56</b>
<b>Total</b>		<b>18010</b>	<b>100%</b>	<b>11,49</b>	<b>Total</b>		<b>19300</b>	<b>100%</b>	<b>9,04</b>

Cosechadoras con más de 10 años de edad y 8.000 horas de uso: 7.556 unidades, un 39% del parque actual.

### Proyecciones de Cosechadoras para el futuro

Se prevé que las cosechadoras vayan creciendo en tamaño año tras año, y sería más requerida para el 2006, aquella cosechadora que posea un cabezal de 28 pies de ancho y un motor de 280 CV de promedio.

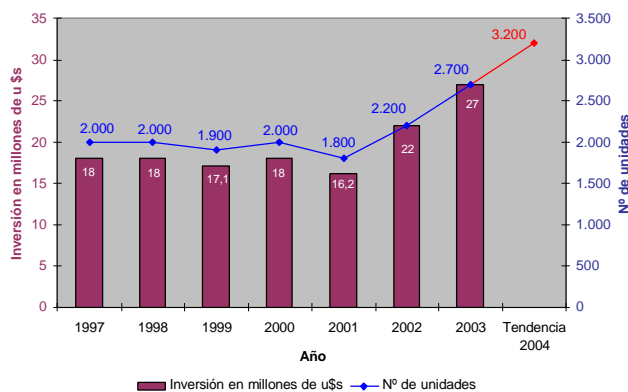


**Figura 4.** Evolución de las ventas de cosechadoras para el 2004, 2005 y 2006 (proyecciones), discriminadas según origen

Aclaración: las proyecciones de ventas para el 2006, fundamentalmente las 990 cosechadoras nacionales, están sujetas a la continuidad del decreto que otorga un reintegro del 12,28 % del precio de venta de la maquina, que se traslada al comprador. Hoy el decreto tiene validez para la industria nacional hasta diciembre del 2005, siendo una herramienta que corrige asimetrías e incentiva las ventas de maquinaria en general.

### Mercado de Tolvas Autodescargables

Las tolvas autodescargables que acompañan a las cosechadoras no poseen muchos años en mercado. Nacieron allá por los años 90, en forma muy incipiente y fueron reemplazando a los acoplados tolvas de 6 a 8 toneladas, con dos ejes, con descarga por gravedad, tradicionales y utilizados hoy en día para recargar sembradoras.



**Figura 5.** Evolución del mercado de tolvas auto descargables de los últimos 7 años y su proyección para el 2004. Fuente: INTA Manfredi.

Proyectada en promedio de 7 años, nos da una venta de 2.085 tolvas/año.

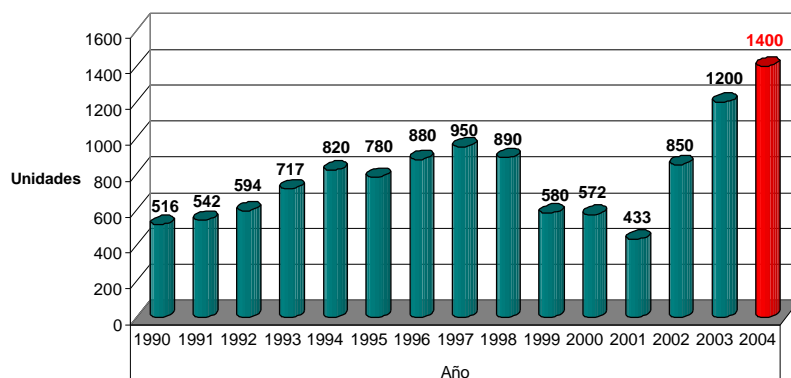
Las estimaciones para el 2004 (Figura 5), son de 3.000 unidades autodescargables.

El mercado esta dividido en un 55 % de un solo eje. Predominan en un 70% las tolvas de 14 toneladas, en un 15 % las de menos de 14 toneladas (8 – 9 – 10 – 11 – 12 toneladas), y un 15 %, con más de 14 toneladas (16 – 18 – 20 – 22 – 24 y hasta 26 toneladas).

En el mercado de dos ejes (45 % del mercado), están las de 16 o 25 toneladas. Aquí en este tipo de tolva, existen dos tamaños bien definidos, 16/18 toneladas y 20/22 toneladas, en un alto porcentaje, con cuatro ruedas iguales (más del 50%).

La tendencia se mantendrá 55 % de un eje, y 45 % de dos ejes, solo que en ambos modelos crecerá el tamaño.

### Mercado de Cabezales Maiceros



**Figura 6.** Unidades vendidas de cabezales maiceros en Argentina en los últimos 14 años. Fuente: INTA Manfredi.

Como negativo el mercado ofrece un área de siembra en franca disminución en la campaña 2003/2004, aproximadamente 2.400.000 ha, un 20% inferior al año anterior.

Como positivo para la venta de cabezales se encuentra (Figura 6), el aumento de la venta de cosechadoras, con 2334 unidades en la campaña 2003/2004 versus 560 unidades del año anterior (un 316% de incremento).

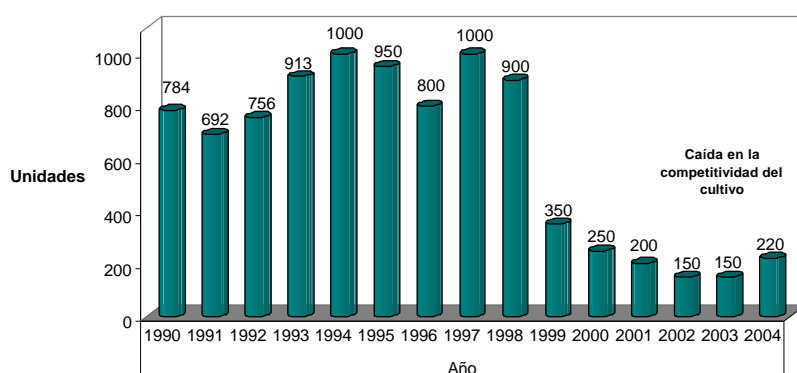
El cambio de espaciamiento entre hileras de 70 a 52,5 cm casi generalizado, dejando un saldo importante para el recambio.

- Mayores exigencias de recolección por mayor rendimiento de los cultivos en la actualidad (S. D., genética, híbridos simples y Bt, fertilización balanceada, siembra neumática, rotación del cultivo).

- Como favorable también se puede mencionar las altas prestaciones, compatibilidad tecnológica y de prestaciones de los cabezales nacionales con respecto a los de origen Brasileño y Americanos, con ventajas de precio importantes a favor de los nacionales.
- Envejecimiento del parque y necesidad de re equipamiento, falta de reposición acumulada. En los años 1999, 2000 y 2001 el mercado estuvo a un 50% del nivel ideal de reposición (1000 cabezales/año), por lo tanto existe un retraso de equipamiento importante.

### Mercado de Cabezales Girasoleros

Los cabezales girasoleros retroceden en las ventas año tras año (Figura 7).



**Figura 7.** Unidades vendidas de cabezales girasoleros en Argentina en los últimos 14 años. Fuente: INTA Manfredi.

El área de siembra en la presente campaña siguió cayendo, por diferentes causas, una de ellas la sequía de la primavera en el área girasolera y otra la falta de competitividad con el cultivo de soja, principalmente por mayor inversión en semilla y herbicida, esto último por no existir todavía un girasol RR.

### Análisis de la caída del mercado de Cabezales Girasoleros

- Caída del área de siembra de girasol.
- Alta durabilidad de los equipos.
- Poca innovación tecnológica.

Como favorable para el mercado se puede mencionar el envejecimiento acumulativo del mercado que lleva 5 años consecutivos de muy bajas ventas. Valores ideales de reposición: 700 cabezales/año, promedio de los últimos 5 años 220 cabezales/año.

### EFICIENCIA DE COSECHA (Soja y Maíz)

Argentina pierde 465 millones de dólares al año por ineficiencia de cosecha de soja y maíz.

Argentina puede recuperar un 20% de esas pérdidas invirtiendo en más y mejores equipos de cosecha (cosechadora y cabezales de nueva generación, tractores y tolvas autodescargables de mayor capacidad y agilidad para extraer el grano, evitando huellas y compactaciones).

La mejora en la capacidad de compra de la agricultura argentina y el INTA con su trabajo de concientización realizado en el año 2003 lograron recuperar el nivel de inversión en cosechadoras con un aumento del 316 % con respecto al año 2002, un aumento del 41 % en cabezales maiceros, y un aumento del 312,7% en tractores, muchos de ellos destinados a equipos de cosecha (contratistas).

El productor actual contrata el servicio de cosecha en un alto porcentaje (65%) debe concientizarse de la real implicancia económica y agronómica que posee ese trabajo y como afecta el margen neto las pérdidas como así también la eficiencia de siembra y rendimiento del próximo cultivo en siembra directa continua. El costo de la tierra en Argentina (alquiler de campo) se elevó de tal manera en los últimos años siendo necesario realizar cambios de parámetros económicos y agronómicos en las explotaciones.

Para ejemplificar esto se analiza rápidamente el negocio de la soja en Argentina con valores promedios:

Rendimiento promedio nivel nacional 2003/2004	.....	2.520 kg/ha	
Costo promedio de alquiler de la tierra (nivel nacional)	.....	920 kg/ha	
Costo promedio de producción incluido cosecha y comercialización	.....	950 kg/ha	
Margen neto promedio	.....	650 kg/ha	
			<b>Afectación del M.B.</b>
Pérdidas promedio durante la cosecha de Soja	.....	166 kg/ha	25,55 %
Pérdidas normales cosechando en tiempo y forma	.....	83 kg/ha	12,8 %
Pérdidas normales al demorar la cosecha	.....	249 kg/ha	38,3 %

O sea que el productor que cosecha en tiempo y forma, las pérdidas significan el 12,8% del margen bruto, mientras que los 249 Kg/ha de pérdida por cosechar a destiempo y apurado le significan el 38,3% del margen bruto.

Este análisis permite entre otras cosas ponderar la necesidad de tomar conciencia que en la agricultura argentina de hoy, los diferentes factores de manejo son muy importantes de tener en cuenta porque el nivel de rendimiento de indiferencia económica de los cultivos es alto, y ello implica que solo las explotaciones eficientes que obtengan buenos rendimientos serán rentables contrariamente a lo ocurrido en la década del 90 donde solo con escala era suficiente.

Resulta difícil ganar dinero contratando todos los servicios y la tierra con rendimientos de 2000 Kg/ha de soja en Argentina. Solo la ineficiencia de cosecha de soja implica en promedio una disminución del 38% del margen bruto del cultivo con rendimientos promedios.

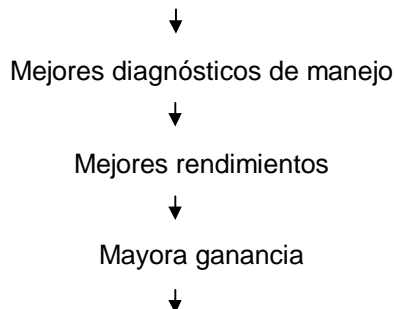
Dado que tanto en soja como en maíz, el 65-70% de las pérdidas se producen en el cabezal, teniendo en ella mucha implicancia el estado del cultivo (en soja, se produce desgrane y vuelco y en maíz vuelco por razones climáticas y Diatraea), por lo tanto resulta indispensable no demorar el inicio de la cosecha y disponer de suficiente oferta de equipos para cosechar en

tiempo y forma, realizando las regulaciones necesarias y los controles de pérdidas indispensables, tomando como referencia siempre que aun la mejor cosechadora, en un cultivo en malas condiciones y con un operario apurado y sin conocimiento nos lleva a un resultado negativo.

### Situación ideal para lograr eficiencia de cosecha

- 1- Cultivo en buenas condiciones de cosecha.
- 2- Cosechadora, cabezal, tractor y acoplado bien equipado y regulado.
- 3- Operario capacitado y conciente de los límites de velocidad y capacidad de su cosechadora (sin apuros).
- 4- Controles de pérdidas permanentes.
- 5- Productor conciente y capacitado para valorar y pagar el trabajo en función de la eficiencia.
- 6- Resultado asegurado: Baja pérdida, buena calidad del grano (limpio y sin daño mecánico), buena distribución de residuos de cosecha, bajo nivel de huellas y compactación. Además:

Cosechadora: cosecha de datos de la variabilidad del rendimiento (mapa de rendimiento)



**Mayor reposición de equipos de cosecha y mejor nivel de vida**

### Eficiencia de cosecha de Soja

Para la campaña 2004/2005 se espera un área de siembra de 14,5 millones de ha. Con los actuales niveles de perdidas de 166Kg/ha, quedaron en el rastrojo 2.407.000 toneladas de soja valuadas en 404 millones de dólares. Mejorando un 20% la eficiencia de cosecha se recuperarían 80 millones de dólares, que significan nada menos que 730 cosechadoras nuevas (Tabla 5).

**Tabla 5.** pérdidas en el cultivo de soja, y sus tolerancias.

SOJA	PERDIDAS		TOLERANCIA PARA 2600 Kg/ ha	
	kg/ha	%	kg/ha	%
Tipos de perdidas				
Precosecha	24.6	0.9	0	0
Cosecha	141.4	5.4	105	4
Total	166	6.4	105	4
<b>Cabezal</b>	<b>111.5</b>	<b>78.2*</b>	<b>70</b>	<b>66.7**</b>
<b>Cola</b>	<b>29.9</b>	<b>21.8*</b>	<b>35</b>	<b>33.3**</b>

\* Porcentaje sobre un 100% de 141,4; \*\* porcentaje relativo sobre el 4% de pérdidas ocasionadas por la cosechadora.

Aclaración: la tolerancia expresada en Kg/ha o sea 105 Kg/ha debe mantenerse independiente del rendimiento variable del cultivo, o sea que si el cultivo posee un rendimiento mayor (a 2600 Kg/ha) la tolerancia en Kg/ha es la misma. Fuente: INTA Manfredi

Se debe tener en cuenta que del 100% de las pérdidas por cosechadora en soja (141.4 Kg/ha), el 70% (111 Kg/ha) lo ocasiona el cabezal y que de esas pérdidas, el 50% (56 Kg/ha) lo ocasiona en promedio, el movimiento y fricción que la barra le imprime a las plantas en el momento de corte, generalmente por exceso de velocidad de avance, y falta de recambio de cuchillas.

Conclusión: Buen equipamiento y mantenimiento de la barra de corte y velocidad de avance que no superen los 7,5 Km. /h será la clave para trabajar con bajos niveles de pérdidas.

### **Características técnicas del cabezal sojero ideal**

- 1- Ancho de corte que le permita aprovechar al máximo la capacidad de trabajo de la cosechadora, sin superar los 7,5 Km. /h de velocidad de avance.
- 2- Separadores laterales flotantes, angostos, agudos, livianos y regulables.
- 3- Los flexibles deben ser largos, no menos de 450 mm, para que su variación entre punto muerto superior e inferior no exagere la pendiente. Una pendiente elevada retarda la subida de las plantas, lo que hace necesario el aumento de la agresividad del molinete, aumentando las pérdidas por desgrane.
- 4- Indicador de la posición de la barra flexible flotante a la vista del operario, en lo posible con una señalización en el panel de control del operador.
- 5- Los nuevos flexibles serán con sensibilidad de contacto con el suelo regulable desde la cabina del operador. Suelo húmedo, alta sensibilidad, suelo seco y duro, baja sensibilidad.

- 6- Puntones y secciones de cuchillas de alta eficiencia de corte (Puntones de 1,5" con secciones de 3 pulgadas o bien puntones y secciones de 1,5 pulgadas). Es importante que las cuchillas presenten buen filo y un sistema frenante de dientes (aserrado) para que el corte del tallo se produzca sin deslizamiento, evitando movimientos de la planta con aumento de desgrane. Próximamente aparecerán barras de cortes con puntones y cuchillas de 2 pulgadas y recorrido de 3,5 pulgadas, situación que mejorará en forma significativa el sistema tradicional de 3 x 3 pulgadas.
- 7- El sistema de corte de paso angosto (1,5" x 1,5") supera el tradicional porque produce un corte con menor movimiento de la planta en sentido lateral y longitudinal al avance, disminuyendo el rozamiento y las pérdidas por desgrane. Este sistema permite trabajar a mayor velocidad (2Km/h mas) con igual índice de pérdidas, o bien a la misma velocidad pero con menores pérdidas que el sistema convencional.
- 8- Sinfín con un diámetro exterior no inferior a 600 mm, un diámetro de tambor superior a los 400 mm, dientes retráctiles en su parte central y opcional en todo el largo del sinfín (ideal para soja caída). La tendencia actual es equipar los cabezales con sinfines de 660 mm de diámetro con tambor de 400 o sea alas mas altas y dedos retráctiles mas largos y en el 100% de el largo del sinfín.
- 9- Control automático de altura del cabezal, regulable desde la cabina (copiador hidráulico, electro-hidráulico o neuma hidráulico). Desvincula al operario de subir o bajar el cabezal de acuerdo al terreno, permitiendo un máximo aprovechamiento del recorrido del flexible (aproximadamente 140 mm) al mantenerlo en forma automática en su nivel medio.
- 10- Sistema autonivelante automático de fluctuación lateral, mejora el copiado del terreno, permitiendo una inclinación de 5 grados para ambos lados. Este equipamiento es imprescindible para trabajar en forma eficiente con cosechadoras de más de 7 m. de ancho de cabezal.
- 11- La altura de corte no debe estar por debajo de las vainas mas bajas, porque esto aumenta las pérdidas. En algunos casos es preferible sacrificar algunas vainas por altura de corte, que provocar desgrane por frotamiento. La mejor barra de corte no es la que corta mas bajo sino la que provoca menores pérdidas.
- 12- El molinete debe ser liviano y resistente, con dientes plásticos cónicos unidireccionales y de ángulo variable, para un tratamiento suave y uniforme del cultivo. El diámetro nunca menos de 1100 mm; los rayos deben ser cerrados y no coincidir con las hileras a cosechar; en caso de poseer púas de acero, se recomienda cubrir el resorte con un caño de polietileno o similar.
- 13- El puesto de comando debe estar provisto de variador de vueltas/minuto y regulación de altura y avance del molinete. En lo posible se recomienda que la cosechadora posea variación del giro del molinete coordinado con la de avance, de esta manera el molinete siempre mantendrá su índice relativo con la velocidad de avance. Índice de molinete: En la actualidad

en máquinas muy avanzadas, el molinete tendría 3 memorias de regulación grabadas, en avance y altura que se cambiarían mediante el accionamiento de tres botones en la palanca joystick.

### Trilla, separación y limpieza

Trillar, separar y limpiar la soja no es tarea difícil, solo que necesita del equipamiento correcto, la regulación adecuada y controles permanentes de la calidad del grano de la tolva. Los monitores de pérdidas, y los sensores de retorno de grano, constituyen una gran ayuda en este aspecto.

### Eficiencia de cosecha de Maíz

#### Pérdidas de cosecha de Maíz y tolerancia orientativa

El área de siembra de maíz de la presente campaña (2004/2005), es de aproximadamente 2.,41 millones de ha (8% de crecimiento con respecto al año pasado), de las cuales se cosechan el 91% (2,18 millones de ha) grano seco y 180.000 ha grano húmedo, las 230.000 ha restantes son destinadas a silaje de maíz o consumo directo. De las 2,18 millones de ha cosechadas, el promedio de pérdida ocasionado durante la cosecha provoca una disminución promedio de 385 kg/ha, que representan el 5,5% del rendimiento potencial, equivalente a 839.300 toneladas valuadas en 61 millones de dólares, de las cuales se podrían recuperar en forma rápida (ajustando el momento de cosecha, el equipamiento y regulación del cabezal y cosechadora), unos 75Kg/ha (20%), valuados en 12,2 millones de dólares por año, sin perder capacidad operativa, esto equivale al valor de 110 cosechadoras nuevas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Pérdidas en el cultivo de Maíz, y sus tolerancias

MAÍZ	PÉRDIDAS		TOLERANCIA para 7000 kg/ha	
	kg/ha	%	kg/ha	%
Tipos de pérdidas				
Precosecha	65	0,9	0	0
Cosechadora	320	4,6	210	3
Total de pérdidas	385	5,5	210	3,0
<b>Cabezal</b>	<b>233</b>	<b>72 *</b>	<b>130</b>	<b>1,85 **</b>
<b>Cola</b>	<b>87</b>	<b>28 *</b>	<b>80</b>	<b>1,15 **</b>

\* Porcentaje sobre un 100% de 320; \*\* porcentaje relativo sobre el 3% de pérdidas ocasionadas por la cosechadora.

Aclaración: las tolerancias son orientativas porque dependen mucho de la situación del cultivo, si el rendimiento es menor o mayor al indicado se debe dejar de lado el porcentaje y mantener la tolerancia en kg/ha.

Dentro de las pérdidas por cabezal podemos determinar (Tabla 7)

**Tabla 7.** pérdidas por cabezal (Fuente: INTA Manfredi)

Cabezal	Pérdidas	
	kg/ha	%
Tipos de pérdidas		
Espiga	77	33
Desgrane	156	67

### Tendencias en el mercado de cabezales maiceros

Como negativo el mercado ofrece un área de siembra que con un crecimiento muy lento (8%, 2.41 millones de ha), en relación a lo que realmente necesita Argentina para darle sustentabilidad al sistema actual basado en más del 50% del área sembrable con soja.

Como positivo para la venta de cabezales se encuentra, el aumento de la venta de cosechadoras, con 2300 unidades en la campaña 2003/04 versus 560 unidades de la campaña anterior (un 310% de incremento).

El cambio de espaciamiento entre hileras de 70 a 52,5 cm. casi generalizado, dejando un saldo importante para el recambio.

- Mayores exigencias de recolección por mayor rendimiento de los cultivos en la actualidad (S.D., genética, híbridos simples y Bt, fertilización balanceada, siembra neumática, rotación de cultivos).
- Como favorable también se puede mencionar las altas compatibilidades tecnológicas de prestaciones de los cabezales nacionales con respecto a los de origen brasilero y americanos, con ventajas de precio importantes a favor de los nacionales.
- Envejecimiento del parque y necesidad de re equipamiento, falta de reposición acumulada. En los años 1999, 2000 y 2001 el mercado estuvo a un 50% del nivel ideal de reposición (1000 cabezales/año), por lo tanto existe un retraso de equipamiento importante.

### **Tendencias tecnológicas de un cabezal maicero actualizado**

- 1) Puntones y capos de perfil bajo y agudo, de fácil regulación, con sistema de plegado sencillo y de rápida remoción. Material de construcción liviano, preferentemente de plástico.
- 2) Cadenas recolectoras con gran amplitud de ingreso de plantas y cucharas concéntricas de fácil regulación tanto en la velocidad como en la tensión.
- 3) Rolos espigadores de perfil cuadrado o pentagonal, diseño tronco-cónico, con chapas plegadas de fácil recambio también de bordes cortantes, que realizan un quebrado del tallo sin llegar a cortarlo pero volviéndolo mas frágil.
- 4) Placas espigadoras con diseño que evite el desgaste y el corte de plantas y además disponga de fácil regulación mecánica, preferentemente hidráulica o eléctrica desde la cabina del operador, con un indicador de referencia ubicado en un lugar visible para el conductor.
- 5) Placas gramilleras de fácil regulación y resistente al desgaste.
- 6) Válvulas de retención de espigas de goma, de buen diseño y fácil recambio.
- 7) Sinfín con gran altura de alas para espigas de gran tamaño. Alabes entrecruzados en su parte central para una alimentación central de cilindro

trillador. Palas entregadoras centrales con diseño tangencial para evitar el voleo de espigas. Zafes del sinfín de alta sensibilidad y duración.

- 8) Pantalla de alambre reforzada ubicada sobre el embocador para evitar el voleo de espigas por parte del sinfín.
- 9) Puntones laterales de diseño agudo, de perfil suave y alto, con su parte superior ancha para guiar a las plantas sin provocar el desprendimiento de espigas.
- 10) Cabezales livianos, con facilidad de adaptación a las diferentes distancias entre hileras de 52.5 a 70 cm.
- 11) Cajas de mandos construidas de material liviano y equipadas con zafes individuales por hilera (cuerpo), con alta sensibilidad y duración.
- 12) Equipamiento de seguridad completo en lo posible bajo normalización IRAM, protección de todos los órganos en movimiento, calcomanías de alerta, de regulaciones elementales y detalles instructivos de funcionamiento.
- 13) Manual de mantenimiento y funcionamiento correcto, con regulaciones básicas de acuerdo al estado del cultivo.
- 14) Facilidad de adaptabilidad de la velocidad de giro del cabezal para diferentes estados del cultivo y cosechadoras, en un futuro cercano las cosechadoras tendrán como equipo estándar regulación de la velocidad del cabezal coordinado automáticamente con la de avance de la cosechadora.
- 15) Buena asistencia mecánica y servicio de atención al cliente con disponibilidad de repuestos en todo el país.

### **Recomendaciones generales**

Las cosechadoras modernas no solo deben ser eficientes para cosechar granos, con buena capacidad de trabajo y reducidas pérdidas, sino que además deben enviar a la tolva granos sin daño mecánico y con mínima impureza.

Además en un esquema de siembra directa continua deben distribuir muy bien la paja y granza en todo el ancho del cabezal, como así también evitar compactar el terreno con las huellas que dejan la cosechadora, acoplados, tolva y tractor. Pero en una agricultura moderna, basada en la información agronómica que hoy es posible conseguir, resulta imprescindible que la cosechadora cuente con monitor de rendimiento y GPS, posibilitando cosechar grano y datos útiles para realizar mapas de rendimiento.

Los ensayos realizados en soja y maíz con monitor de rendimiento, indican que con el equipamiento de control de humedad colocado en la noria elevadora, de grano limpio, y con las nuevas placas de impacto forradas en

plástico altamente deslizante, no existen problemas de funcionamiento alguno para las situaciones normales de soja y maíz de Argentina.

Los sistemas productivos extensivos en Argentina están basados en Siembra Directa (soja, trigo, maíz, girasol y sorgo) superando el 53% del área.

De allí que la cosechadora es el penúltimo implemento que pasa antes de la siembra del próximo cultivo y de su eficiencia de trabajo dependerá la eficiencia de implantación del próximo cultivo, por lo tanto y dentro de las recomendaciones no solo se debe tener en cuenta la eficiencia de trabajo de la cosechadora (pérdida, calidad de grano en tolva) sino todo el equipo de cosecha, tolva, tractor y sus rodados, distribución de residuos de cosecha, planificación de la descarga de grano para evitar recorridos innecesarios de tractor y tolva (huellas), el sentido de cosecha en soja y trigo para poder cruzar la siembra posterior a 30°, la altura de corte en trigo (lo mas alto posible) etc, etc.

### **Eficiencia de cosecha de Girasol**

Los avances genéticos, las sembradoras neumáticas, la fertilización adecuada de nutrientes, dosis y localización, la siembra directa y la secuencia de cultivos han posicionado al girasol como un cultivo de alta demanda tecnológica (un girasol de baja tecnología no compite con el cultivo de soja).

La recuperación del precio del girasol, provocó en la campaña 2004/05 un incremento en la intención de siembra del 11%, alcanzando los 2,15 millones de hectáreas con una producción estimada de 3,45 millones de toneladas.

Dentro de los factores que componen el rendimiento final que obtiene el productor la eficiencia de cosecha sigue siendo clave dado que incide directamente en la rentabilidad, siendo todavía una materia pendiente para los sistemas productivos argentinos. Las evaluaciones de pérdidas todavía indican valores altos, 135 kg/ha en promedio (precosecha + cosechadora), fundamentalmente provocado por desgrane en el cabezal, cifra que multiplicada por el área de siembra y el precio del girasol asciende hoy a 49 millones de dólares de pérdidas.

También se debe estimar que un 10% del área sembrada anualmente se vuelca, por lluvia, con fuertes vientos, enfermedades y retraso en la cosecha por falta de piso, aumentando las pérdidas hasta un 60% en algunas situaciones muy anormales, lo que significan unos 35 millones de dólares más de pérdida, llegando a una cifra total del orden de 84 millones de dólares, equivalente a 760 cosechadoras nuevas.

Frente a la pregunta ¿Cuanto de ello puede recuperarse?, la respuesta es mucho, pero para ello hace falta inversión, capacitación y concientización de parte del productor y el contratista y por supuesto de los que tiene poder de decisión para modificar esta realidad que perjudica a todos y no beneficia a nadie.

Disponiendo de más y mejores cosechadoras y cabezales (mediante la recuperación del crédito), adelantando la cosecha, regulando las cosechadoras, capacitando a los operarios y evaluando pérdidas se puede

recuperar un 30% de las pérdidas consideradas hoy normales y anormales que totalizan 97 millones de dólares (30% equivalen a una recuperación de 29 millones de dólares o 260 cosechadoras).

Las pérdidas en girasol ocasionadas por la cosechadora ascienden a 101 kg/ha en promedio de las cuales el 68% es de cabezal y el 32% por cola de la cosechadora. Las pérdidas por cabezal en su gran mayoría, más del 50% son por desgrane, y esto está relacionado fundamentalmente con la velocidad de avance de las cosechadoras actuales (más de 7,5 km/h), lo que ocasiona un fuerte choque del capítulo con el escudo o rolo del cabezal, y como las bandejas presentan aberturas por donde pasa el tallo, también pasan granos que constituyen las principales pérdidas por cabezal. Por lo tanto siempre es conveniente ampliar el ancho del cabezal y reducir la velocidad de avance siendo aconsejados cabezales de 12, 14 y 16 hileras a 70 cm para cosechadoras de 180, 220 y 280 CV respectivamente, de esta manera se aprovecha la capacidad de trilla, separación y limpieza de las cosechadoras, no se supera los 7,5 km/h, el límite de velocidad de cosecha para un girasol de baja humedad de grano.

### **Causas de las elevadas pérdidas en girasol**

- Demora en el inicio de la cosecha
- Cultivos volcados y quebrados por viento
- Excesiva velocidad de avance de la cosechadora por insuficiente ancho de los cabezales para el índice de alimentación de las cosechadoras modernas
- Cultivos desparejos tanto en altura, diámetro de capítulos, humedad de grano y de capítulos ( desuniformidad de espaciamiento de siembra por escasa utilización de las sembradoras neumáticas)
- Inadecuado equipamiento y regulación de los cabezales y del sistema de trilla, separación y limpieza
- Reducido número de cabezales con regulaciones de altura, avance y velocidad de molinete, desde el puesto de comando en tiempo real, que permitan adaptar el mismo a las diferentes situaciones del cultivo.
- Poca concientización de parte del productor y contratista de la utilidad de las mediciones frecuentes de pérdidas con la metodología de los aros. Nadie puede estimar pérdidas sin realizar mediciones y recuentos en forma permanente.

Las mediciones de pérdidas para girasol son idénticas que para maíz y se pueden obtener detalles en: [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)

El momento óptimo de cosecha se define cuando el lote posee 16% de humedad para comenzar, y finalizar con 12 a 14%. Con humedad superior al 16% aumenta el contenido de material extraño (limpieza) y es inevitable afrontar el costo del secado. El atraso de la cosecha (por debajo del 9%)

representa en cambio, una pérdida de peso que no es compensada, sumado a las altas pérdidas por desgrane en el cabezal.

Resumen: cosechar cuando el grano esta entre 12 y 15% de humedad, situación en la cual del 80 al 90% de los capítulos se encuentran de color amarillento castaño a castaño.

Aspectos a tener en cuenta:

- Velocidad de avance de la cosechadora de acuerdo a la susceptibilidad al desgrane del cultivo, humedad y madurez.
- Destroncador en posición correcta.
- Bandejas: longitud, posición, ángulo y alineación.
- Regulación del puesto de conducción: velocidad y altura del molinete en forma hidráulica.
- Equipamiento y regulación del cilindro trillador, esto puede significar modificaciones de la calidad del grano en la tolva en sus aspectos físicos (rotura y presencia de impurezas) y aspectos bioquímicos (presencia de acidez).
- Los cilindros tradicionales deben variar la separación con el cóncavo y su velocidad de acuerdo al requerimiento de trilla del cultivo y su humedad que varía dependiendo de la hora de cosecha.
- El equipamiento está dado por el tipo de cóncavo y su agresividad, el cuál puede estar parcialmente forrado (ciego), para evitar la excesiva rotura de grano y capítulos.
- Los sacapajas deben estar limpios, dado que las cañas tapan con frecuencia estos elementos de separación.
- Limpieza: el colado de los zarandones y zarandas dependerá del estado de cultivo, de la humedad de cosecha, del índice de alimentación y del peso específico del cultivo.
- El caudal de aire será entre 5-6 en la escala de 1 a 9.

Para girasoles volcados existen kits de adaptación para cabezales convencionales, kit de adaptación para cabezales maiceros y cabezales especiales con puntones especiales, cuchillas de corte circulares concéntricas y cadenas alzadoras forradas (tipo europeos), estos logran una eficiencia de recolección del 95% del girasol volcado, siempre que no este arrancado de raíz.

## **Eficiencia de Cosecha de Trigo**

Argentina posee un área cosechable de trigo aproximadamente para la campaña 2004/2005, de 6.300.000 hectáreas.

Cosechar con eficiencia significa reducir los niveles de pérdidas, que se producen durante este proceso y también durante el almacenaje y posterior comercialización.

Pérdidas de Precosecha: deterioro de la calidad del grano al demorar la cosecha; cuando el trigo se encuentra maduro y se producen lluvias, pierde calidad (granos panza blanca), con reducción del peso hectolítrico. Si luego de una lluvia, siguen días con alta humedad relativa, pueden aparecer hongos que desmejoran la calidad panadera del trigo en forma significativa.

Al demorar la cosecha se producen pérdidas físicas por espigas quebradas y desgrane natural, avanzan las malezas y se expone por más tiempo el lote al desgrane ocasionado por presencia de pájaros o al riego de tormentas de granizo. En resumen adelantar la cosecha implica beneficios importantes reduciendo pérdidas cuanti y cualitativas.

### **Cuanto adelantarla ?**

Todo lo que se pueda para finalizar la cosecha con valores de humedad no inferiores al 13 %. Si esperamos que el trigo llegue a 14 % de humedad para iniciar la cosecha se finaliza con menos de 11%, agravando todos los problemas mencionados.

Al 70% del trigo cosechable en Argentina, le sigue una soja de segunda o bien un maíz de segunda, adelantar la siembra de estos cultivos siempre esta asociado con incremento de rendimiento.

Por ello la cosechadora no solo debe ser eficiente para recolectar, trillar y limpiar el trigo, sino también para evitar huellas y compactación al pasar sobre el lote, para ello lo mejor es trabajar con neumáticos cuyas características soporten el peso máximo con baja presión de inflado.

Otro factor importante es distribuir la paja y la granza que ingresan a la cosechadora de manera uniforme y para ello la cosechadora debe poseer un desparramador de paja y un esparcidor de granza eficiente.

Es clara la conveniencia de adelantar la cosecha para evitar pérdidas de precosecha, de cantidad y calidad durante la cosecha, como así también la necesidad de elegir un equipo de cosecha (cosechadora, tractor y acoplado tolva), que no genere huellas ni compactaciones, y que deje una cobertura uniforme.

Posteriormente corresponde regular eficientemente el equipo de cosecha para evitar pérdidas durante la recolección y para ello nada mejor que realizar evaluaciones de pérdidas según la metodología de INTA.

Como resumen se puede decir que las pérdidas en cosecha de trigo en nuestro país, son altas y pueden reducirse significativamente (Tabla 8).

**Tabla 8.** Valores de las pérdidas en trigo promedio para esta campaña, y valor factible de ser recuperado aumentando la eficiencia en un 20% (INTA Manfredi, 2004)

Área de siembra cosechable (ha)	Pérdidas promedio (kg/ha)	Toneladas de pérdidas	Valor de la tonelada (U\$S)	Valor estimado de las pérdidas (U\$S)	Valor recuperable (20%)
6.300.000	135	850.500	98	83.349.000	16.669.800

Fácilmente se pueden recuperar, un 20% las pérdidas cuantitativas, que representan unos 16,7 millones de dólares en esta campaña y ello significa el valor de unas 152 cosechadoras nuevas o unos 490 tractores.

### Como lograrlo ?

Trabajando junto con el contratista en lograr la regulación del cabezal de la cosechadora para evitar pérdidas por caídas de espigas voleadas por el molinete, por desgrane del molinete, y por falta de captación de espigas por altura de corte. La velocidad de cosecha siempre ocasiona problemas de eficiencia de trabajo en el cabezal; el 40% del total de pérdidas de cosechadora en promedio lo ocasiona el cabezal. El otro 60% de las pérdidas físicas, se producen por granos mal trillados, por ineficiente separación del sacapajas, y por zarandón (limpieza). Estas regulaciones se deben realizar de acuerdo a las evaluaciones realizadas a campo detectando los niveles de pérdidas y las causas que los producen, luego corrigiendo las causas de una a la vez, seguir con las evaluaciones hasta llegar a los niveles aceptables, que en la actualidad serían unos 90 kg/ha en todo concepto, lo que significa unos 300 granos de trigo/m<sup>2</sup> o bien 300 granos de trigo en cuatro aros de 56 cm de diámetro (¼ m<sup>2</sup>), distribuidos en todo el ancho de corte del cabezal de la cosechadora.

Los 90 kg/ha de tolerancia de pérdidas por cosechadora, están dados como promedio orientativo para un rendimiento de 3.500 kg/ha, si el rendimiento es mayor o menor a 3.500 kg/ha, la tolerancia seguirá en 90 kg/ha, independientemente del cambio porcentual de las pérdidas.

Una vez corregidos todos los aspectos anteriores, se debe procurar que el grano que ingresa a la tolva este libre de impurezas y no presente daño por acción de la cosechadora, estos dos aspectos desmejoran el valor del cereal y dificultan el almacenaje cualquiera sea el sistema utilizado.

El productor que almacene el cereal en su propio campo, y tenga como una de las alternativas, el embolsado en bolsa plástica de 9 pies de diámetro, debe tener precauciones para lograr un almacenaje exitoso con este sistema.

Se debe ante todo preservar la hermeticidad de la bolsa en todo momento, seguir las instrucciones de una guía de riesgo, que para trigo debe ser muy estricta en su cumplimiento frente a los requerimientos de calidad de un cereal como el trigo, que posteriormente se transformara en harina y posteriormente en un alimento primario como es el pan (tabla 9 y tabla 10).

**Tabla 9.** Riesgo de almacenamiento, según humedad del grano de trigo, en silo (Casini, 2003).

### Riesgo por humedad del grano de trigo

	<b>Bajo*</b>	<b>Bajo-Medio</b>	<b>Medio-Alto</b>
<b>Trigo</b>	Hasta 14%	14-16%	Mayor a 16%

\* Para semillas este valor debe ser inferior en 1 a 2 %.

**Tabla 10.** Tiempo de almacenaje de trigo, según contenido de humedad del grano y el tiempo de almacenamiento en bolsas plásticas (Casini 2003).

<b>Riesgo por tiempo de almacenamiento</b>			
<b>Contenido de humedad</b>	<b>Bajo</b>	<b>Bajo-Medio</b>	<b>Medio-Alto</b>
<b>Trigo 14 %</b>	6 meses	12 meses	18 meses
<b>Trigo 14-16 %</b>	2 meses	6 meses	12 meses
<b>Trigo &gt; 16 %</b>	1 mes	2 meses	3 meses

Al aumentar la temperatura ambiente el riesgo se incrementa. Lo mismo sucede si almacenamos granos dañados o con impurezas (tierra, semillas de malezas, etc).

El riesgo se mide considerando la humedad del grano, el envejecimiento normal de la bolsa y la posibilidad de rotura de la bolsa por agentes externos. Es importante tener en cuenta que estos valores de riesgo son orientativos, no son absolutos y pueden variar en diferentes situaciones. Como regla general podemos decir que a medida que aumenta la temperatura ambiente, aumenta el riesgo de pérdida de calidad.

Si bien cosechar y almacenar el trigo con eficiencia es importante, como el trigo forma parte de un sistema productivo, al que le siguen otros cultivos casi inmediatamente después de ser cosechado, resulta importante que los productores prioricen la contratación de aquellas cosechadoras que puedan realizar mapas de rendimiento, tratando de comenzar a evaluar la variabilidad espacial del rendimiento, como punto de partida del inicio de una agricultura más precisa y eficiente, no podemos desconocer las causas por la cual el rendimiento promedio de un lote de trigo de 3000 kg/ha, presenta zonas del lote con 2000 y otras con 4000 kg/ha; la Agricultura de hoy posee equipamientos para conocer, analizar y ejecutar diagnósticos que potencien, corrijan y aumenten la eficiencia de los insumos aplicados de acuerdo a planos de manejo zonificado dentro de un lote.

El INTA en la próxima campaña mediante un proyecto nacional retomará con mucho énfasis la tarea de capacitación a productores, contratistas y técnicos, entregando información detallada de los procesos tecnológicos que se deben seguir para evitar las pérdidas de cosecha y postcosecha de todos los cultivos extensivos del país. En el caso del trigo, a mediados de Noviembre 2003 el INTA edito una publicación de 115 paginas sobre eficiencia de cosecha y postcosecha de trigo escrita por los técnicos especialistas de cada área temática, esa publicación tiene un reducido costo y puede ser solicitada al INTA Manfredi: TEL 03572 – 493039/53/58, mail: [agripres@onenet.com.ar](mailto:agripres@onenet.com.ar); [agprecision@cotelnet.com.ar](mailto:agprecision@cotelnet.com.ar); como así también en el resto de las experimentales del INTA.

También esta publicación esta disponible en la pagina Web: [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org) , Web del INTA: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar) .

## **Compactación y transitabilidad por el paso de cosechadoras, acoplados y tractores**

Al planificar la siembra directa del cultivo posterior es importante tener en cuenta, durante la cosecha, la transitabilidad del equipo y la compactación del suelo (huellas).

La compactación del suelo se expresa como, la resistencia que ofrece el suelo al ser penetrado por un objeto, (cono normalizado; para ser comparativo se debe siempre estandarizar el contenido de humedad del suelo) y representa una reducción en la cantidad y volumen ocupado por los poros. Esto disminuye la cantidad de aire y agua que puede retener el suelo, reduciendo su capacidad de infiltración, lo que impide el normal desarrollo de las raíces entre otras cosas.

Además, dificulta la distribución de agua, aire y nutrientes. En estas condiciones, la planta desarrolla menos cantidad de raíces con menor capacidad de explorar el suelo y poder extraer agua y nutrientes, reduciendo el rendimiento final.

La compactación se produce principalmente con el tránsito de la maquinaria agrícola, mientras que la descompactación en SD continua, se produce por actividad biológica del suelo, y esto tiene relación con el contenido de M. O., y la cobertura joven en superficie entre otras cosas. La presión ejercida por los neumáticos sobre el suelo aumenta la densificación de los horizontes del suelo de uso agrícola; esto empeora a medida que se incrementa el tamaño y peso de los equipos.

Debido a los cambios climáticos, ocurren en años anormales (fenómeno "El Niño") en los que las precipitaciones otoñales duplican y triplican los valores normales, dejando de 1 a 3 millones de hectáreas con serios problemas de falta de piso, como viene ocurriendo en las últimas campañas de cosecha gruesa en la provincia de Buenos Aires, Santa Fe, Sur de Córdoba y parte de Entre Ríos; frente a ellos se deben estudiar y acudir a soluciones no convencionales, para evitar pérdidas totales de los cultivos.

Entre las soluciones que existen para la cosecha, se menciona el aumento de la flotabilidad y transitabilidad de las cosechadoras mediante adaptaciones especiales. La flotabilidad se mejora reduciendo la presión específica (Kg/cm<sup>2</sup>) de los neumáticos sobre el suelo. Para ello existen dos formas: reducir el peso de la cosechadora (cosechadoras livianas, no superando el 50% de llenado de la tolva durante la cosecha); o aumentar el ancho y largo de pisada del tren delantero y trasero, de las cosechadoras de tracción simple. El equipamiento de doble tracción hidrostática o mecánica, resulta fundamental para aumentar la transitabilidad de las cosechadoras.

Las huellas dejadas por, la cosechadora y el acoplado tolva con neumáticos convencionales, complican la siembra directa, dado el efecto compactación y la necesidad de labranza para borrar huellas, lo que interrumpe el normal desarrollo de la Siembra Directa. Frente a esta situación de huellas localizadas en partes del lote, sólo se deben borrar las huellas profundas, dejando intacto el resto del lote.

Como regla general y de muy rápido razonamiento sobre el tema compactación y transitabilidad para equipos de cosecha, se deben tener presentes los siguientes conceptos:

- 1- Siempre se deberán buscar los neumáticos que dispongan de una carcasa, que soporte el peso requerido con la menor presión de inflado. Los neumáticos de baja presión ejercen menor presión sobre el suelo. Los neumáticos radiales toleran iguales cargas con menores presiones de inflado que los neumáticos convencionales.
- 2- El 70% de la presión total ejercida por el paso sucesivo de varias ruedas por el mismo lugar, lo ejerce siempre la primera pisada, de allí la importancia que tanto la cosechadora como el tractor y las tolvas autodescargables, tengan presión uniforme de inflado en sus neumáticos.
- 3- Se debe evitar la utilización de dibujos, que agredan la cobertura del suelo en sistemas de Siembra Directa con mucha cobertura de rastrojo, ya que estos reducen la protección y aumentan instantáneamente la agresividad de presión sobre el suelo y el huellado. Si no hay necesidad de tracción se deben utilizar dibujos lo menos agresivos posible, como en el caso de acoplados tolvas.
- 4- La compactación esta estrechamente relacionada con la textura del suelo y el contenido de humedad del mismo. Mientras más húmedo y arcilloso sea el suelo, mayor será la densificación lograda por una misma presión específica sobre el suelo. Los suelos arcillosos, que contiene arcillas plásticas, se descompactan más fácilmente que los suelos arenosos.
- 5- Ningún neumático puede ejercer mayor presión sobre el suelo que la del inflado propio. Mayor presión de inflado significa mayor presión sobre el suelo.
- 6- En el caso de generar huellas sobre un lote de Siembra Directa continua, pasar solo la rastra de discos en los lugares imposibles de transitar con la sembradora; se debe evitar la destrucción de la cobertura en el resto del lote.

## **Manejo de los residuos de cosecha**

### **Distribución de los residuos**

La buena cobertura del suelo permite una mayor infiltración y menor evaporación y por consiguiente mejora el balance del agua disponible para los cultivos, principal factor de rendimiento. Una cobertura uniforme también permite un eficiente trabajo del tren de siembra con equipos de Siembra Directa de soja, maíz o trigo.

Para lograr esta cobertura, es necesario que el triturador de la cosechadora cuente con aletas esparcidoras largas y de curvas suaves desparramando uniformemente la paja en todo el ancho del cabezal. Este triturador debe tener un rotor de alta inercia para evitar las caídas de vueltas. También es importante que las cuchillas del triturador tengan forma de paletas, para generar una corriente de aire aumentando la velocidad de salida del

material picado y neutralizar los vientos laterales. Para que la cobertura perdure en el tiempo, es importante retardar la descomposición del material; esto se logra con un rastrojo largo, para lo cual se aconseja utilizar el triturador de rastrojo sin contra cuchillas, priorizando la eficiencia de distribución. También se puede reemplazar el triturador por un desparramador de paja doble, con diseño tipo plato con paletas de goma regulables (tendencia actual).

La cosechadora debe equiparse también con un esparcidor centrífugo neumático para distribuir la granza que sale del zarandón y evitar que ese material se acumule detrás de la cola de la cosechadora, lo cual resulta de suma importancia para realizar la Siembra Directa del cultivo posterior.

Del 50 al 75% del nitrógeno y del 60 al 80% de fósforo absorbido por los cultivos es removido por el grano y el restante porcentaje es devuelto por el rastrojo al suelo. Pero la mayor concentración de éstos se encuentra en la granza y por ende es de vital importancia distribuirla correctamente para evitar generar patrones de fertilidad en los lotes y favorecer el trabajo de la sembradora (Tabla 11 y figuras 1, 2 y 3).

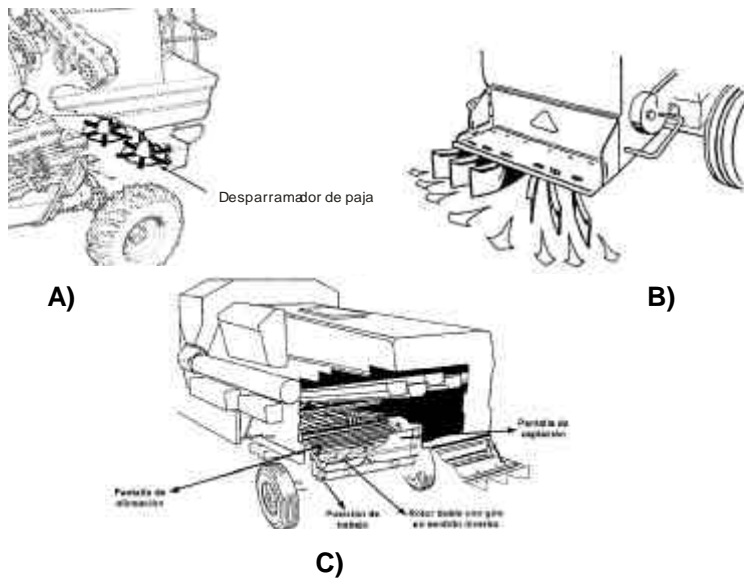
**Tabla 11.** Equipamiento ideal para el tratamiento de los residuos de cosecha

Cultivo	Esparcidor de granza	Triturador de paja	Desparramador
Trigo	Si	Sin contracuchillas	Si
Soja	Si	Sin contracuchillas	Si *
Maíz	Si	No conveniente	Si
Girasol	Si	Sin contracuchillas	Si
Sorgo	si	No conveniente	Si

\* En el caso de la soja el desparramador de platos funciona muy bien en cosechadoras axiales, que entregan el material de manera uniforme, no siempre en las de sacapajas ya que en ocasiones de sojas de mucha altura, verdes y húmedas, entregan el material a montones, no pudiendo trabajar el desparramador en forma eficiente, pero aún así resulta conveniente su colocación.

### Resumen

- en cosechadoras axiales: desparramador de plato.
- cosechadoras de sacapajas: soja de plantas altas, verdes y húmedas, colocar triturador sin contra cuchillas.
- sojas de grupo corto, baja altura, secas y bien maduras, utilizar desparramadores de plato (Figura 8).



**Figura 8.** A) desparramador de paja para maíz, sorgo, trigo y para sojas secas y de grupo corto. B) diseño correcto de las aletas esparcidoras, largas y de curvas suaves. C) esparcidor de granza centrífugo – neumático para todos los cultivos.

## Agricultura de Precisión en la cosecha

### Equipamiento necesario para que una cosechadora pueda realizar monitoreo del rendimiento satelital

La agricultura de precisión es un conjunto de actividades que incluyen la recolección y análisis de datos, lo que permite tomar decisiones económicas y ambientales apropiadas para la producción de cultivos. La metodología de recolección de datos por excelencia es el monitoreo de rendimiento.

El monitoreo de rendimiento incluye la medición de la porción cosechada de un cultivo en el espacio y el tiempo, y la síntesis de esas medidas en forma de mapa. El monitoreo de rendimiento abarca la adquisición, análisis y síntesis de datos de rendimiento de los cultivos y su ubicación dentro de los lotes, y ha sido posible gracias al advenimiento de sensores apropiados, sistemas de posicionamiento precisos, y avances en la tecnología de las computadoras.

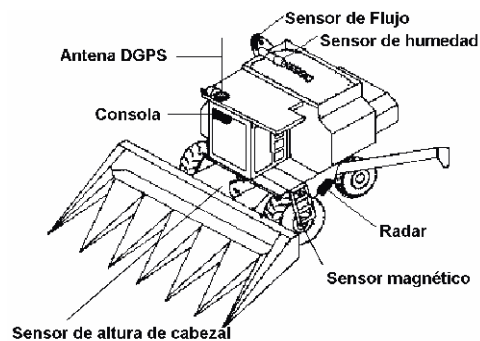
El monitor de rendimiento esta compuesto por una serie de sensores instalados en la cosechadora (Figura 9), y su objetivo es medir y grabar el rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha el cultivo.

Los datos necesarios para el cálculo del rendimiento son Tabla 12):

- 1- Flujo de grano por unidad de tiempo.
- 2- humedad del grano por unidad de tiempo.
- 3- velocidad de avance de la cosechadora.
- 4- Ancho de corte del cabezal.

#### Componentes necesarios de un monitor de rendimiento

- 1- Sensor de flujo de granos
- 2- Sensor de humedad del grano
- 3- Sensor de velocidad de avance de la maquina
- 4- Switch de posición del cabezal



**Figura 9.** Representación esquemática de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora.

Fuente: Morgan & Ess, 1997.

**Tabla 12.** Dato otorgado por los monitores de rendimiento (sup), y tipo de sensor necesario en la maquina para obtenerlo (inf).

Lat. Long	Velocidad Km/h	Flujo de grano (tn/hrs)	Ancho de corte (m)	Rend. Húmedo (kg/ha)	% de humedad	Rend. Seco (kg/ha)
--------------	-------------------	-------------------------------	-----------------------	----------------------------	-----------------	-----------------------

GPS	Sensor	Sensor	Dato ingresado	Calculado	Sensor	Calculado
-----	--------	--------	-------------------	-----------	--------	-----------

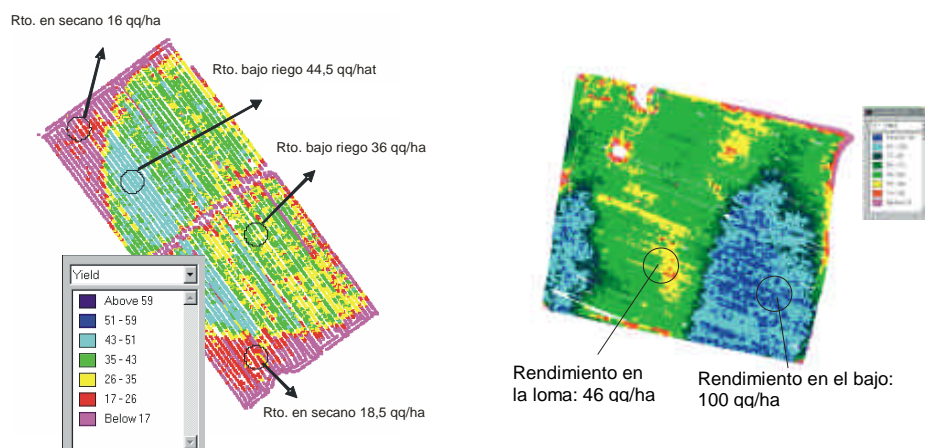
El mapa de rendimiento de un cultivo, debidamente planificado durante la siembra, permite cuantificar respuestas variables de diferentes factores de rendimiento, como así también cuantificar variabilidad en el espacio, contribuyendo en forma importante en las decisiones de manejo futuro ya que se poseen mayores herramientas de análisis al disponer de mayor y más precisa información del propio campo, del propio lote y de cada sitio del lote.

De todas las herramientas disponibles que ofrece hoy la Agricultura de Precisión, el monitoreo de rendimiento constituye la puerta de entrada más conveniente y de mayor utilidad práctica.

### Nivel de adopción de esta tecnología

Actualmente (2003) existen en el país unas 700 cosechadoras equipadas con sistema de monitoreo de rendimiento, donde el operario puede obtener información en tiempo real de: rendimiento instantáneo, humedad de grano instantánea, velocidad de avance, flujo de grano y superficie cosechada.

El 80% de las cosechadoras que poseen monitor, ya cuentan con el sistema de ubicación espacial de los datos con ayuda satelital (DGPS) con precisión de 1 m, lo que permite confeccionar mapas de rendimiento (Figura 10), conocer su variabilidad espacial, de la potencialidad del suelo, o bien cuantificar exactamente los diferentes factores de manejo introducidos en el gran cultivo, como diferentes cultivares, fechas y densidades de siembra, fertilización, tratamientos para el control de plagas y enfermedades, etc., para estudiarlos y poder mejorar el diagnóstico agronómico en los años siguientes. El productor y los técnicos deben conocer y cuantificar exactamente los errores y aciertos de manejo y ello se logra con el monitoreo satelital de rendimiento, que es el punto de partida con que cuenta la agricultura moderna.



**Figura 10.** Ejemplo de un mapa de rendimiento de trigo, en un sistema de riego de pívot central (izq.). Mapa de rendimiento de maíz, con amplia variabilidad (der).

En resumen, el monitor de rendimiento de una cosechadora representa el 3,5% del costo total de un equipo de cosecha completo, y ofrece la alternativa de diferenciación del servicio ofrecido por el contratista; no solamente una eficiente cosecha de grano, sino una cosecha de datos muy valiosa para el diagnóstico del futuro manejo del lote en cuestión.

Las cosechadoras poseen un nivel de eficiencia de trabajo (trilla, separación y limpieza), en el cultivo de trigo que depende directamente de la capacidad de alimentación (t/h) y procesado de grano.

Si el operario toma la precaución de evaluar ese límite de capacidad de procesamiento de la cosechadora (t/h/niveles de pérdida para el cultivo cosechado), puede regular la velocidad de trabajo con el monitor de rendimiento, colocado en la función t/h de grano procesado. Con esa información el operario podría avanzar más rápido en los lugares de menor rendimiento del cultivo y más lento en los lugares de mayor rendimiento, manteniendo constante el flujo de alimentación de grano de acuerdo a la capacidad ideal de la cosechadora.

**Autores:**

**Ing. Agr. MSc. Mario Bragachini**  
**Ing. Agr. José Peiretti**

**Proyecto Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos. INTA**  
**Para mayor información dirigirse a nuestra pagina Web:**

**Web:** [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)

**e mail:** [agripres@onenet.com.ar](mailto:agripres@onenet.com.ar); [agprecision@cotelnet.com.ar](mailto:agprecision@cotelnet.com.ar);

[ccassini@correo.inta.gov.ar](mailto:ccassini@correo.inta.gov.ar)

**TE/Fax :** 03572 – 493039/53/58/61

**Para recordar:**

**Invertir tiempo en capacitarse sobre eficiencia de cosecha,  
representa un buen negocio para productores y contratistas. El INTA y el  
país agradecido.**