

# Jornadas Técnicas de Capacitación

## en Siembra, Cosecha, Postcosecha, Pulverización y Fertilización

**“Manejo Eficiente de la Cosecha y Postcosecha de Trigo y Siembra de Soja sobre rastrojo de Trigo. Eficiente Aplicación de Agroquímicos y Fertilizantes Líquidos”**



Organizan:

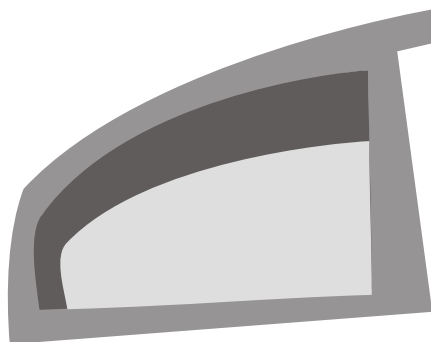




**Todo lo que pasa en el campo,  
pasa por Clarín Rural**



**Todos los sábados  
con Clarín**



# Jornadas Técnicas de Capacitación en Siembra, Cosecha, Postcosecha, Pulverización y Fertilización

**“Manejo Eficiente de la Cosecha y Postcosecha de Trigo y Siembra de Soja sobre rastrojo de Trigo. Eficiente aplicación de Agroquímicos y Fertilizantes Líquidos”**

---

*Los lugares elegidos son:*

**Metán** (Pcia. de Salta),  
**Manfredi** (Pcia. de Córdoba),  
**Cañada de Gómez** (Pcia. de Santa Fe),  
**Marcos Juárez** (Pcia. de Córdoba),  
**Pergamino** (Pcia. de Buenos Aires),  
**Balcarce** (Pcia. de Buenos Aires).

*Gracias por participar.*

---



# Sumario



## Cosecha de trigo 2005

*Ing. Agr. Msc. Mario Bragachini (bragach@correo.inta.gov.ar)*

*Ing. Agr. José Peiretti (jpeiretti@correo.inta.gov.ar)*

*INTA EEA Manfredi*

**Página 3**



## La sembradora: equipamiento y regulación para soja

*Ing. Agr. MSc. Guillermo Marrón (gmmarron@balcarce.inta.gov.ar)*

*INTA EEA Balcarce*

**Página 17**



## Aspectos prácticos para mejorar la eficiencia en la aplicación de agroquímicos

*Ing. Agr. Mario Bogliani (mbogliani@cni.inta.gov.ar) - Ing. Agr. Gerardo Masiá - Ing. Agr. Agustín Onorato Instituto de Ingeniería Rural. INTA Castelar*

**Página 40**



## La siembra directa y la conservación del suelo

*Ing. Agr. M.Sc. Rodolfo C. Gil (rodolfogil@arnet.com.ar)*

*Instituto de Suelos. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. INTA Castelar.*

**Página 45**



## Uso y manejo de agua en agricultura sustentable

*Ing. Agr. M.Sc. Rodolfo C. Gil (rodolfogil@arnet.com.ar)*

*Instituto de Suelos. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. INTA Castelar.*

**Página 50**



## Postcosecha de Trigo. Secado y almacenaje

*Ing. Agr. Ph.D. Cristiano Casini (ccasini@correo.inta.gov.ar)*

*Ing. Agr. Mauricio Santa Juliana (poscosecha@correo.inta.gov.ar)*

*Proyecto Nacional de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos INTA Manfredi.*

**Página 55**

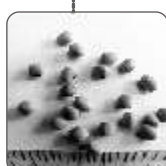


## Agricultura de Precisión, una realidad en el campo Argentino

*Ing. Agr. (MSc) Mario Bragachini - Ing. Agr. Andrés Méndez - Ing. Agr. Fernando Scaramuzza - Lic. Federico Proietti.*

*Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi*

**Página 71**



## Problemática de granos y semillas verdes en Soja

*Grupo de Trabajo Tec. de Semillas*

*Ing. Agr. M. Sc. R. M. Craviotto (rcraviotto@arnet.com.ar), Ing. Agr. M. Sc. M. R. Arango*

*Técnicos de EEA Oliveros*

**Página 83**





750 millones de dólares por año de pérdidas durante la cosecha de los 7 cultivos más importantes de Argentina.



750 millones de dólares por año de pérdidas durante la etapa de traslado y almacenamiento de los granos.

Argentina en los últimos 16 años evolucionó en su producción de 37 a 84 millones de toneladas de grano en general. Paralelo a este crecimiento, se produce un déficit en el país de reposición de cosechadoras y agropartes, y se evidencia una falta de apreciación o desconocimiento por parte del productor, contratista y/o demás actores de la cadena productiva, acerca de los resultados que tiene para cada uno y para el país, el hecho de trabajar en forma eficiente en el campo.

Las pérdidas tanto en cosecha como en postcosecha para Soja, Trigo, Maíz, Girasol, Sorgo, Maní y Poroto, suman 1.500.000 millones de dólares por año que quedan en el campo, entre los rastrojos, en los silos, en las rutas, y que se pierden tanto en cantidad como en calidad, por ineficiencia, y esto resulta poco considerado en general.

Por ello, el INTA desarrolla 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, mediante el cual, y a través de una fuerte actividad de extensión y experimentación, se propone como objetivo central 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.

## Proyecto Nacional de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos INTA PRECOP "Más Granos con Calidad"



*"Ayúdenos a poner en práctica, el concepto de calidad en la producción 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"**

precop@correo.inta.gov.ar // www.cosechaypostcosecha.org



## Cosecha de Trigo 2005

Ing. Agr. MSc. Mario Bragachini ([bragach@correo.inta.gov.ar](mailto:bragach@correo.inta.gov.ar))

Ing. Agr. José Peiretti ([jpeiretti@correo.inta.gov.ar](mailto:jpeiretti@correo.inta.gov.ar))

Proyecto Nacional de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos - INTA PRECOP - EEA Manfredi

Argentina en los últimos 16 años evolucionó en su producción de granos de 37 a 84 millones de toneladas de grano por año. El cultivo del Trigo, junto al de la Soja y el de Maíz, forma parte de la secuencia de cultivos preponderante en el nuevo esquema productivo de la zona pampeana argentina, basado en una agricultura intensiva, con sistema de siembra directa (SD) continua.

Respecto al mercado de cosechadoras argentino puede mencionarse que entre los años '96, '97 y '98 se vendían 1.577 cosechadoras por año como promedio de los tres años, mientras que entre el 1999 y 2002, el promedio fue de 651 cosechadoras por año, lo que marcó un record histórico en cuanto al bajo número de unidades vendidas en Argentina. Este desfase entre la oferta de maquinaria y el aumento de demanda por mayor producción, ocasionó un grave problema de disminución en la eficiencia de la cosecha argentina, lo que motivó a fines del 2002 el inicio de una campaña de concientización desde el INTA relacionada al tema, trabajo que dio sus frutos en el nivel de equipamiento y en el surgimiento del proyecto PRECOP a fines del año 2004.

Cuando por falta de cosechadoras se retrasa el inicio de la cosecha, generalmente aparecen: alto deterioro del grano en planta con pérdida importante de la calidad, altas pérdidas naturales o de precosecha, alta susceptibilidad del cultivo a las pérdidas por cabezal de la cosechadora, elevado régimen de giro del cilindro de trilla que ocasiona daños mecánicos al grano, desesperación por parte del productor por agilizar la cosecha y falta de control, apuro del contratista, alta velocidad de cosecha y altas pérdidas por cosechadora. En Argentina, estas causas provocan una pérdida durante la cosecha aproximadamente de 754 millones de dólares por año. Con una reposición ideal de equipos de cosecha que solucionen los problemas de oferta en este rubro, las pérdidas pueden reducirse en un 20%, recuperando 150 millones de dólares por año para Argentina, sólo en la cosecha de los ocho principa-

les cultivos de granos en Argentina. Parte del esfuerzo y capital invertido desde la siembra puede perderse en horas por un ineficiente manejo durante la cosecha y postcosecha de cereales y oleaginosas.

### Cómo reducir pérdidas en la cosecha de Trigo

En la presente campaña 2005 se estima una superficie para cosechar de 5.500.000 ha a nivel nacional. De mantenerse las pérdidas promedio de cosecha, del orden de 135 kg/ha, quedarán en el suelo 742.500 toneladas de Trigo, las que representan unos u\$s 73.507.500. Reducir un 20% esas pérdidas significaría un ahorro de u\$s 14,7 millones equivalente a 122 nuevas cosechadoras/año clase II, motivo que justifica un esfuerzo de inversión y capacitación hacia la búsqueda de una rápida solución (Tabla 1). A modo orientativo, en la tabla 2, se muestran los valores promedios de pérdidas en la cosecha de Trigo en Argentina y su tolerancia.

Tabla 1. Valores de las pérdidas en Trigo promedio para esta campaña y valor factible de ser recuperado aumentando la eficiencia en un 20%. Fuente: PRECOP 2005.

Cultivo	Área cosechable (ha)	Pérdidas (kg/ha)	Pérdidas (tn)	Valor (U\$/tn)	Pérdidas (millones de U\$)
Trigo	5.500.000	135	742.500	99	73.521.750

Tabla 2. Pérdidas promedio en la cosecha de Trigo y su tolerancia. Fuente: PRECOP 2005.

Trigo	Pérdidas		Tolerancia p/ 3.500 kg/ha	
	kg/ha	%	kg/ha	%
Tipo de pérdidas				
Precosecha	20	0,57	0	0
Cosechadora	115	3,3	90	2,6
Total de pérdidas	135	3,87	90	2,6 (90 %)
Cabezal	52	1,5	40	1,15
Cola	63	1,75	50	1,45

**Aclaración:** La tolerancia expresada en la tabla 2, es independiente del rendimiento del cultivo. Si el rendimiento es menor o mayor de 3.500 kg/ha, la tolerancia seguirá siendo de 90 kg/ha. ¿Por qué no tomar un porcentaje del rendimiento? La respuesta está en que los cultivos de bajos rendimientos son más difíciles de cortar y recoger con el molinete; presentan maduración desuniforme y generalmente una gran diferencia en la altura de espigas, siendo muy difícil trabajar con bajos niveles de pérdidas por cabezal. En cambio, los cultivos de alto rendimiento resultan más fáciles de recolectar (cortar y embocar dentro del cabezal), por lo que es posible mantener los kg/ha, aún con altos rendimientos; esto se logra realizando una buena regulación del sistema de trilla, separación y limpieza, y utilizando una velocidad de avance acorde a la capacidad real de la cosechadora.

## Cosecha anticipada

El Trigo llega a la madurez fisiológica con una humedad del 30%. A partir de allí comienza a disminuir el contenido de humedad del grano (Figura 1). A medida que el grano se va secando, las pérdidas de precosecha por desgrane natural (vuelco y pájaros), infestación de malezas y otras adversidades climáticas, aumentan progresivamente. Si bien es posible cosechar con más del 18% de humedad, esto no es conveniente, ya que en este caso para conservar al grano, sería necesario someterlo a algún proceso de secado. En el caso del Trigo el proceso de secado debe ser muy bien manejado, ya que si la temperatura del aire supera los 65°, se provocarán daños en el gluten y en la calidad panadera del grano.

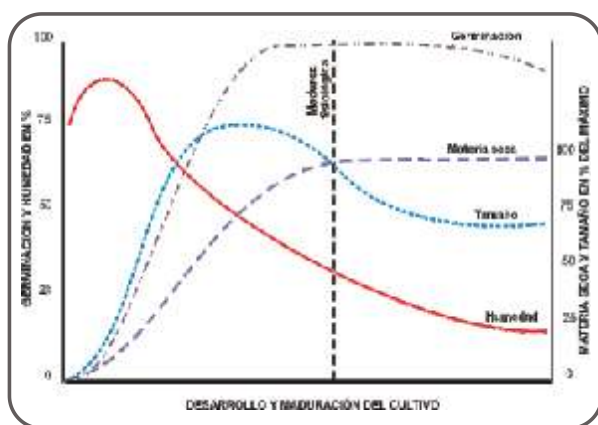
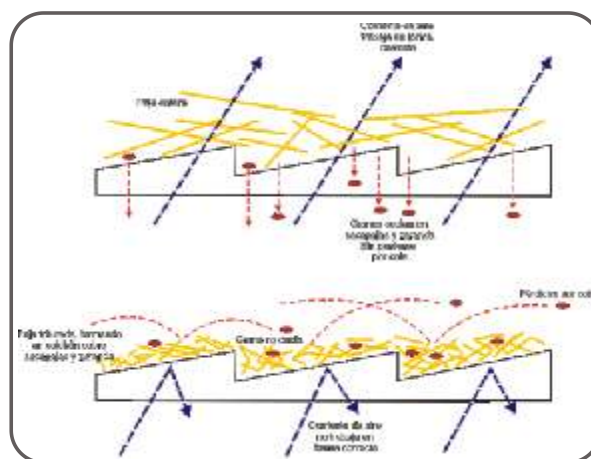


Figura 1. Desarrollo y maduración de los granos. Fuente: PRECOP 2005.

El momento oportuno de cosecha está definido por una serie de aspectos técnicos y económicos que deben evaluarse en cada caso; por ejemplo: disponibilidad de equipos de cosecha en la zona, presencia de malezas de fin de ciclo, riesgos climáticos, capacidad de acopio de la zona, disponibilidad de al-

macenaje a campo, humedad máxima tolerada por el tiempo de almacenaje temporario (almacenaje tradicional con o sin aireadores, almacenaje anaeróbico, etc.).

Por lo anteriormente citado, se aconseja comenzar a cosechar cuando el grano llega al 16-18% de humedad, debido a que es el punto en que se logra la mayor eficiencia de funcionamiento de la cosechadora, con menos desgrane por acción del cabezal y un menor triturado de la paja durante la trilla, lo que permite un mejor trabajo del sacapajas y zarandas de la cosechadora (Figura 2). Debe tenerse en cuenta que si la humedad del grano de Trigo supera el 14% de humedad, para almacenaje tradicional es necesario secarlo o airearlo convenientemente. En el caso de almacenaje en silo bolsa la humedad máxima para que el riesgo durante el almacenaje sea bajo y no se deteriore la calidad del gra-



no es del 14%.

Figura 2. Efecto del triturado de la paja de Trigo sobre el trabajo del sacapajas y las zarandas y las pérdidas de grano por cola. Arriba: situación adecuada con la paja lo más entera posible. Abajo: situación incorrecta con pérdidas por cola al producir un excesivo picado de la paja. Fuente: PRECOP 2005.

## Velocidad de avance de la cosechadora

Cuanto más ancho sea el cilindro y más potente el motor de la cosechadora, mayor será la cantidad de material (grano, paja, granza y malezas), que la máquina puede procesar por unidad de tiempo, expresada en t/h. Este valor es denominado Índice de Alimentación Total (I.A.T.) y es mayor cuando para un mismo ancho de corte, aumenta la velocidad de avance de la cosechadora. Este Índice de Alimentación Total, o también llamado capacidad máxima de la cosechadora, hace referencia a las tn/h que la máquina puede procesar, sin que las pérdidas superen los 90 kg/ha en el caso de Trigo.

Debido a que la velocidad de avance puede ser

regulada desde la cabina con facilidad, el maquinista debe ir observando las condiciones del cultivo para ir aumentándola o disminuyéndola, tratando de alimentar en forma pareja y constante la cosechadora, mejorando de esta forma el procesamiento del material y evitar así pérdidas. Para lograr un eficiente funcionamiento y un correcto aprovechamiento de la máquina cosechadora, es necesario regularla de acuerdo a:

- a) Rendimiento y condiciones del cultivo.
- b) Ancho del cabezal.
- c) Características técnicas de la máquina (potencia del motor, ancho del cilindro trillador, ángulo de envoltura del cóncavo, etc.)

El tamaño del cilindro trillador también influye en la capacidad de trilla de la máquina, ya que, mientras más ancho es el cilindro, más anchos serán los sacapajas, las zarandas, y el batidor, y mayor será el tamaño de las norias, los tornillos sinfines y otros elementos. Esto permite a la máquina tener un mayor ancho de corte para la misma velocidad y rendimiento del cultivo. De la misma forma, cosechadoras con igual ancho de cilindro, pero con mayor diámetro de éste y mayor ángulo de envoltura de cóncavo, presentan mayor capacidad de trilla.

Por otro lado, la potencia del motor tendrá que estar en relación directa con el ancho del cilindro trillador, como así también la separación y limpieza de la cosechadora.

Resulta así conveniente trabajar a una velocidad que tenga en cuenta todos estos factores. Trabajando a una velocidad superior al rango óptimo, se requiere mayor potencia para trasladar la cosechadora, lo que significa que queda menos potencia disponible para accionar los distintos mecanismos de corte, trilla, separación y limpieza. Además, aumenta la cantidad de material a procesar, no lográndose una trilla y separación del material eficiente (al superar el I.A.T. óptimo), aumentando las pérdidas de granos y espigas sin trillar por la cola; se pierde eficiencia con el molinete al impactar a una mayor velocidad, lo que provoca desgrane y voleo de espigas. También sucede que en altas velocidades de avance la máquina no mantiene la altura de corte por perder estabilidad longitudinal.

De igual manera hay que tener en cuenta que si se avanza a una velocidad demasiado lenta para la capacidad de trilla de la máquina, y el I.A.T. no llega a ser el adecuado, se producen pérdidas por cola, al trabajar la cosechadora insuficientemente cargada.

## Captación, corte y alimentación

El Trigo no es muy exigente para el cabezal de la

cosechadora. Las evaluaciones de pérdidas de cosecha realizadas indican que por las características de este cultivo y del material que ingresa a la máquina (grano/no grano), el mayor porcentaje de pérdidas se produce por la cola de la máquina, aproximadamente en un 52%, contra un porcentaje del 48% provocado por ineficiencias en el uso del cabezal. De estas pérdidas por cabezal, el 83% son espigas cortadas y caídas fuera del cabezal, y el 17% se debe al desgrane, por lo que la correcta regulación del molinete, es uno de los principales aspectos del cabezal a tener en cuenta en la cosecha de Trigo.

## Molinete

Las raíces de las plantas de Trigo son el primer punto de apoyo, mientras que en el momento del corte, el molinete se convierte en el segundo punto de apoyo. El molinete tiene la función de captar la planta y desplazarla hasta la zona de corte, evitando que caiga una vez cortada, fuera de la bandeja de traslado del sinfín del cabezal (Figura 3).

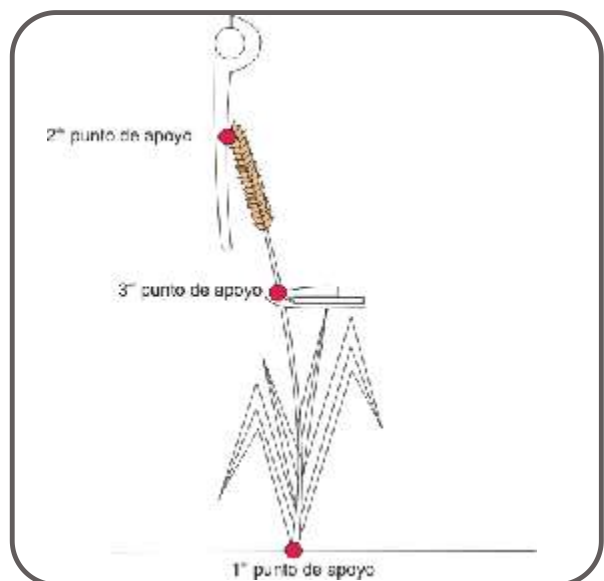


Figura 3. Esquema mostrando los diferentes puntos de apoyo que debe tener la planta de trigo, para que se produzca un corte adecuado. INTAPRECOP, 2005.

El molinete es uno de los principales elementos a regular en el cabezal, el cual, debe mover el cultivo con suavidad y uniformidad, evitando el rozamiento excesivo que puede provocar el desgrane o el volado de las espigas.

Las regulaciones del molinete deben ser realizadas desde la cabina de conducción. En las cosechadoras más modernas estas regulaciones se efectúan desde un bastón de comando multifunción tipo joystick, logrando una respuesta más rápida y efectiva del operario frente a variaciones del cultivo.

El molinete debe tener las siguientes caracterís-



ticas de diseño:

- \* Liviano y resistente.
- \* Diámetro superior a 1.100 mm.
- \* Rayos cerrados.
- \* Dientes largos y finos de forma cónica, de material plástico con filtro ultra violeta (en la actualidad se prefieren molinetes de 6 rayos, por mayor eficiencia de trabajo con las mismas revoluciones por minuto).

## Regulaciones del molinete para cosechar Trigo

### 1. Posición del molinete

**Horizontal:** Para un Trigo normal, el eje del molinete debe estar desplazado 15 a 20 cm. por delante de la barra de corte. (Figura 4) Cuando el Trigo presenta mayor altura se adelanta; en cambio, cuando el Trigo es muy bajo, el molinete se retrasa, acercándolo al sinfín. (Figura 5)

**Vertical:** En Trigos normales la punta del diente debe entrar en el cultivo unos 5 a 10 cm. por debajo de la espiga más baja. (Figura 6)

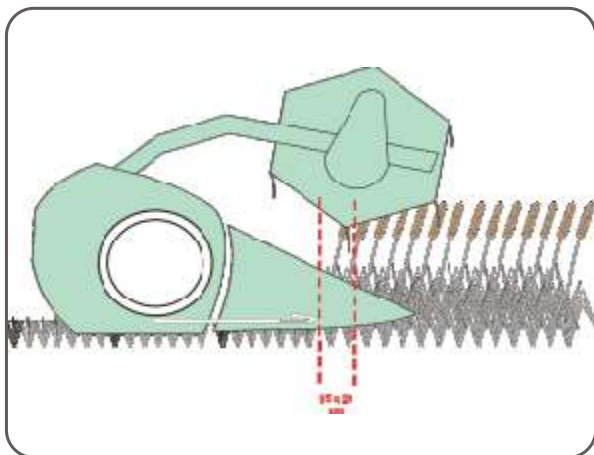


Figura 4. Posición del molinete para un Trigo normal.

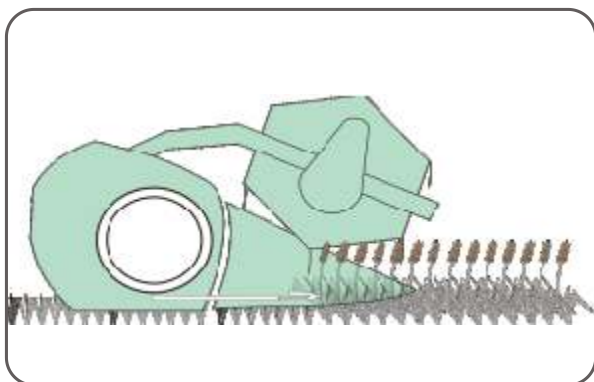


Figura 5. Posición del molinete para un Trigo bajo.

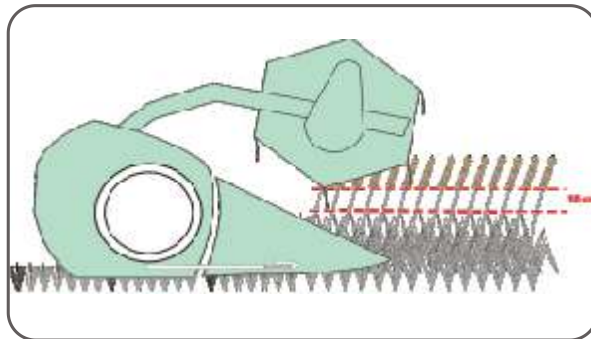


Figura 6. Los dientes del molinete deben estar aproximadamente 10 cm. por debajo de la espiga más baja.

### 2. Velocidad de rotación del molinete

Una velocidad de rotación adecuada permite lograr un correcto segundo punto de apoyo de la planta en el momento del corte, y una entrega uniforme del material cortado al sinfín de traslado, sin provocar un agite excesivo de la planta y sin provocar desgrane o volado de espigas. Esta velocidad de rotación del molinete dependerá de las condiciones del cultivo.

Existe una relación entre la velocidad tangencial del molinete y la velocidad de avance de la cosechadora, llamada Índice de Molinete (IM):

$$IM = \frac{Vel. \text{ Tangencial del molinete (m/seg)}}{Vel. \text{ avance de la cosechadora (m/seg)}}$$

Este índice se puede verificar contando las vueltas del molinete, midiendo el radio del molinete (m), la velocidad de avance de la cosechadora (m/s) y aplicando la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{vueltas \times 0,10467 \times radio \text{ del molinete (m)}}{Vel. \text{ avance de la cosechadora (m/seg)}}$$

Cuando la velocidad de avance y la velocidad tangencial del molinete sean iguales, este índice será igual a 1. Para Trigo, a modo orientativo, se aconsejan los siguientes Índices de Molinete, según el estado del cultivo (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de Molinete según el estado del cultivo.

Estado del cultivo	IM	Descripción
Alto y denso	1	Igual a la velocidad de avance.
Normal	1,15	15% mayor que la velocidad de avance.
Bajo y ralo	1,35	35% mayor que la velocidad de avance.

### 3. **Inclinación de los dientes del molinete**

Para Trigos altos y densos: deben ponerse verticales o levemente inclinados hacia adelante. Para Trigos normales: deben ubicarse verticalmente. Para Trigos volcados: se debe regular la inclinación de los dientes del molinete hacia la cosechadora. Al mismo tiempo, debe adelantarse en su posición horizontal y bajar verticalmente para levantar el cultivo antes de que sea cortado por la cuchilla.

### 4. **Regulación y equipamiento del molinete frente a cultivos volcados**

Cuando el Trigo se encuentra volcado, las regulaciones que se le deben hacer al molinete de la cosechadora son: adelantar y bajar la posición del molinete con respecto a la posición utilizada en Trigos normales, inclinar los dientes del molinete hacia la cosechadora y aumentar la velocidad del molinete, hasta lograr un Índice de Molinete cercano a 1,30.

Con esto se logra que los dientes del molinete claven el Trigo volcado, lo levanten y recién se produzca el corte. Esta regulación debe aplicarse cuando se cosecha un Trigo volcado en el mismo sentido de avance de la cosechadora o en forma perpendicular a ésta. Lo aconsejable es cosechar Trigos volcados en forma perpendicular. (Figura 7) Si el cultivo se encuentra volcado en el sentido contrario de avance de la cosechadora, el molinete debe atrasarse, el Índice de Molinete reducirse a 1,10 y los dientes deben ubicarse en forma vertical.

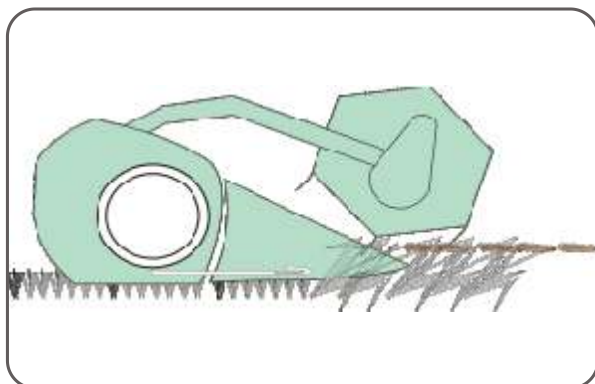


Figura 7. Regulación del molinete para Trigos volcados.

Si el cultivo se encuentra muy volcado obliga al cabezal a cortar demasiado bajo, provocando un aumento de material ingresado lo que dificulta la trilla, separación y limpieza de la cosechadora. En este caso se aconseja colocar levantamieses, con la finalidad de levantar las plantas volcadas y guiarlas hacia la barra de corte de la cosechadora (Figura 8). De esta manera, se recuperan espigas que se encuentran por debajo de la altura de corte, disminuyendo la entrada de paja y de malezas verdes a la cosechadora.

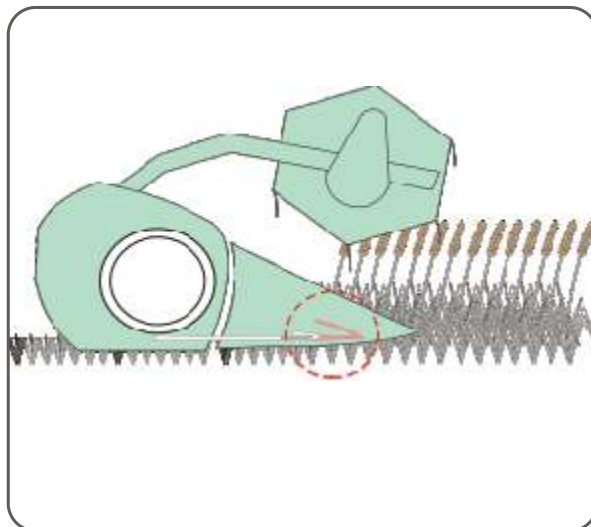


Figura 8. Ubicación de los levantamieses y principio de funcionamiento.

### **Separadores laterales**

Los separadores laterales del cabezal deben separar las plantas suavemente, sin producir desgrane, volcado y/o quebrado de plantas. Por ello, se aconseja que los separadores laterales sean angostos, de diseño agudo y regulable. (Figura 9)



Figura 9. Separadores laterales angostos de diseño agudo y regulable.

### **Barra de corte**

Las cuchillas deben tener buen filo y una correcta regulación de la grampas prensa cuchillas para lograr un libre accionamiento y no permitir que se levanten y se despeguen de la contra cuchilla, lo que provocaría un corte deficiente y la rotura del tallo. Para que ambos filos estén en buenas condiciones de corte se deben regular las grampas prensa cuchillas con una separación de 1 mm. Para que todo el mecanismo funcione sin movimientos ni vibraciones, se deben mantener y regular las placas de desgaste. (Figura 10).

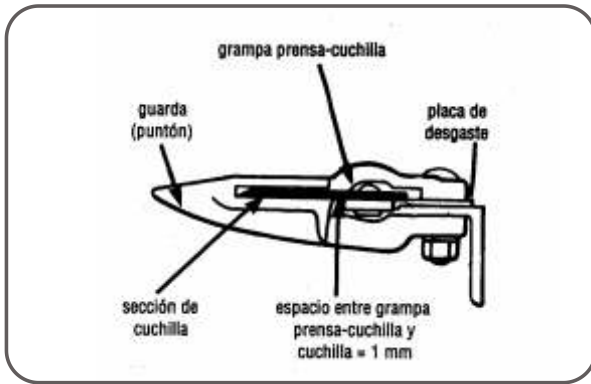


Figura 10. Vista en detalle de la barra de corte.

Si bien el trigo no es un cultivo tan abrasivo para las cuchillas de corte como puede ser por ejemplo la Soja, es importante controlar periódicamente el estado de las cuchillas y puntones, ya que si la cuchilla no se encuentra en buen estado, no se provoca un corte neto del tallo de la planta de Trigo. Es decir que la cuchilla desgarrar el tallo, agitando las plantas maduras y provocando pérdidas por desgrane.

Una de las preguntas más frecuentes es acerca de la vida útil promedio de un juego de cuchillas. La respuesta a esta pregunta es que no se puede hablar de una vida útil promedio para las cuchillas de las máquinas cosechadoras, ya que la vida útil de las mismas depende de las condiciones de los cultivos que haya que cortar. Para ser más claros, podemos pensar que no será igual el desgaste que sufran las cuchillas de una máquina que cosecha Soja en el norte de nuestro país, donde los tallos se encuentran más secos y abrasivos, que cosechar Soja en el sur de Buenos Aires donde las condiciones ambientales y el gran desarrollo vegetativo de las plantas, hacen que el contenido de humedad de los tallos sea mayor. A esto hay que sumarle que cada marca de cuchillas de corte tiene características especiales en cuanto a condiciones de templado, que afectan la resistencia de los dientes de las cuchillas y su vida útil. Por lo tanto es importante realizar una revisión periódica del estado de las cuchillas, revisando principalmente el estado de sus dientes, los cuales, son los que le dan el agarre del tallo a la cuchilla, para que ésta pueda realizar un corte neto.

Para las velocidades de cosecha normales, el accionamiento de la barra de corte debe funcionar entre 450 y 550 ciclos/minuto, o sea, 1.000 a 1.100 R.P.M. de la caja de mando de cuchillas. En caso de trabajar a velocidades mayores (8 a 10 km/h), la barra lo debe hacer a valores superiores a los 500 ciclos/minuto.

### **Sinfín y acarreador**

El sinfín del cabezal tiene la función de llevar los tallos y espigas cortadas al centro del cabezal, para

que sean captadas por el acarreador. Los más eficientes son los de gran diámetro (aproximadamente 60 cm), que evitan que las malezas se enrollen y con dedos retráctiles dispuestos no sólo en la parte central sino en todo su largo, para lograr una mejor captación y un traslado más rápido del material, a fin de evitar que el molinete lo pueda sacar despedido.

Para Trigos normales, el espacio entre la batea del cabezal y las alas del sinfín deben ser de 8 - 15 mm. La chapa de retención debe estar a unos 4 - 8 mm de las alas del sinfín, y en una ubicación que no supere el centro del eje del rolo embocador, para que la alimentación sea correcta y no produzca el enrollado del material en el sinfín.

Las trabas del embocador deben regularse de manera que las barras del acarreador queden a una altura mínima en la zona media de acarreo de 10-12 mm del fondo del embocador (Figura 11).

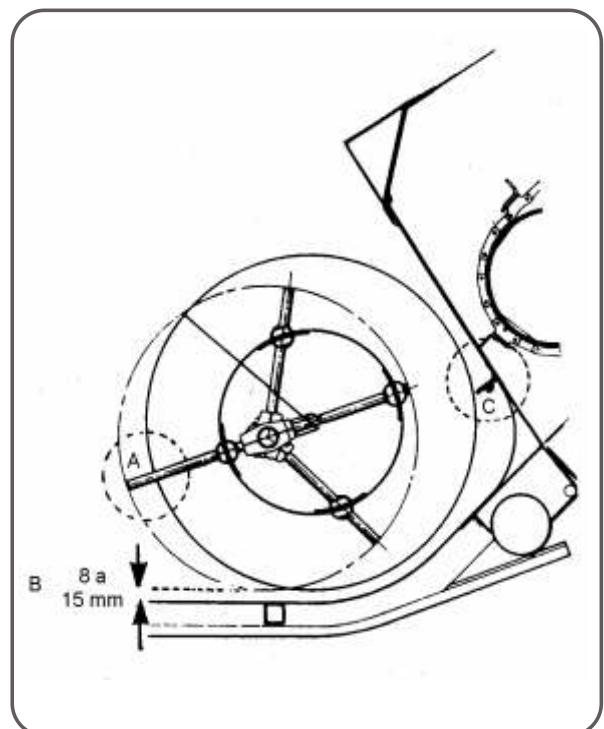


Figura 11. A) Correcta regulación de los dientes retráctiles del sinfín en la parte de alimentación, B) Distancia entre el sinfín y la bandeja, C) Ubicación de chapa de quite del sinfín o de retención.

Como el cilindro tradicional está equipado con barras que cuentan con una disposición alternada de las estrías, en el momento de la trilla, el cilindro tiende a abrir hacia ambos costados el material; por ello, se hace necesario que la entrega se realice en forma concentrada en la parte media del embocador, de modo que, por la acción antes descrita, la trilla, separación y limpieza presente un caudal de alimentación parejo en todo el ancho del sistema.



Esto se logra prolongando las alas del sinfín del cabezal unos 15 a 20 cm. a ambos lados del embocador dependiendo del ancho del cilindro (Figura 12). Las prolongaciones son postizas y de diferentes tamaños, debiendo colocar las más largas en la medida que el volumen a ingerir sea menor. Simplificando: para Trigos de muy bajo rendimiento, el sinfín debe concentrar el material en su parte central.

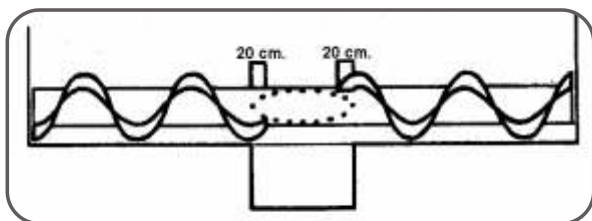


Figura 12. Diseño correcto de las alas del sinfín.

### **Cabezales stripper (cabezal peinador arrancador)**

En el cultivo de Trigo la relación de material grano y no grano es de 1 a 1,8, y de 1 a 1 respecto a lo que entra a la cosechadora. Esto indica que con un Trigo de 6 t/ha de rendimiento entran a la máquina unas 12 t/ha de material total, unos 6 t/ha de paja y granza, lo que dificulta la capacidad de separación y limpieza de la cosechadora. En Europa, donde son normales los rendimientos de 8 t/ha, se difundieron los cabezales “peinadores” (Stripper). (Figura 13)

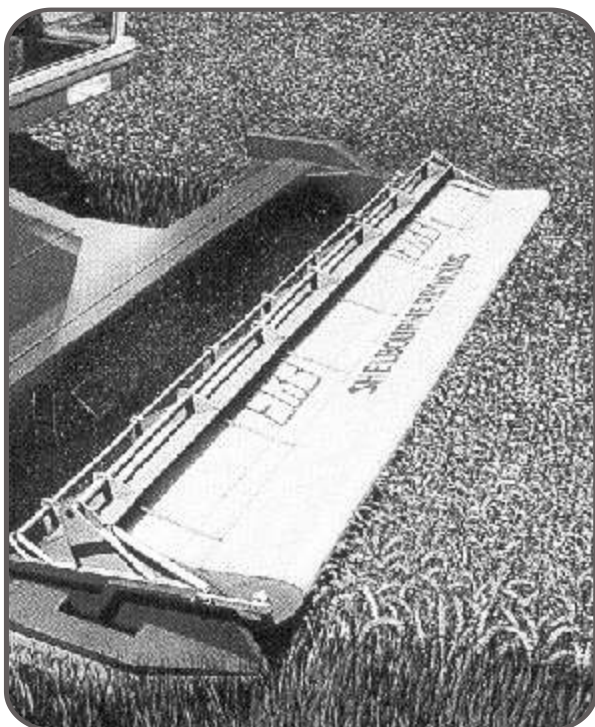


Figura 13. Vista de un cabezal stripper.

El mismo cabezal stripper produce un 80% de la acción de trilla, entrando algunas pocas espigas completas, algunos raquis, espiguillas (glumas y glumelas) y mucho grano al cilindro trillador, el cual, completa la acción de trilla entregando muy poco material al sacapajas; éste, al trabajar sin pajas, separa los granos en el primer tercio de su recorrido, enviando muy poco material hacia el triturador, siendo un elemento a eliminar.

El sistema de limpieza recibe mayor cantidad de material que lo tradicional, debido al incremento del índice de alimentación de grano permitido, debiéndose realizar algunas regulaciones para facilitar el libre paso del material sobre la bandeja de preparación, regular el ventilador con mayor caudal que lo normal (+20%) y abrir zarandón y zaranda para evitar sobrecargar el retorno y ocasionar pérdidas por cola.

Toda esa gran cantidad de granza debe ser eficientemente distribuida con un buen esparcidor, en lo posible centrífugo/neumático, para uniformar en todo el ancho del cabezal la totalidad de la granza que sale por la cola de la cosechadora.

Luego del paso por el cabezal, toda la paja del Trigo queda en forma vertical. Solamente se quita la espiga, situación que beneficia enormemente el trabajo de siembra directa posterior, dado que no se encuentra la paja horizontal, que en el caso de la siembra directa de Soja de segunda, genera enterrado del rastrojo en la línea, dificultando la normal implantación y emergencia del cultivo.

El cabezal cuenta con un rotor de 6 paletas. Cada una de ellas posee un peine de material plástico especial en forma de diente y ojos de llave. Este rotor con seis peines gira en sentido contrario al avance de la cosechadora a una velocidad variable: 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> a 400, 500 y 611 rpm, respectivamente. Al tomar contacto con los tallos, los peines guían el material, llevando las espigas al ojo del peine. Este último, al ser de menor tamaño que el manojo de espigas, provoca el arrancado de las espiguillas (glumas, glumelas y granos), expulsándolas contra un tambor que las dirige hacia el sinfín, para acumularlas al centro del embocador, donde el sinfín con dedos retráctiles entrega el material al acarreador. A partir de aquí el tratamiento del material grano y no grano, es el mismo para todas las cosechadoras. (Figura 14)

Para regular correctamente la ubicación del capot, la porción redondeada del mismo debe entrar en contacto con el cultivo en unos 10 cm. Si el capot está demasiado alto, los granos que vuelan se pierden en el frente del cabezal, mientras que si está demasiado bajo, la acción arrancadora se verá dificultada y se incrementará la entrada de paja.



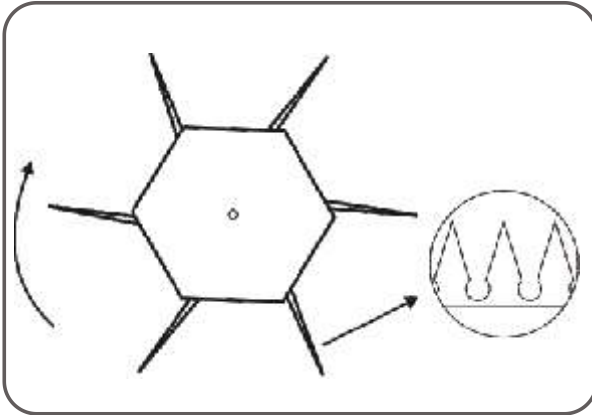


Figura 14. Detalle del molinete y de los dientes de un cabezal stripper, que guían las espigas hacia el "ojo" arrancador.

La altura del cabezal debe ser la mayor posible que permita arrancar la totalidad de las espigas más bajas. De esta manera, se evitará la entrada de paja adicional y el desgaste innecesario de los peines. Cuando se cosechen cultivos volcados, se debe tener especial cuidado al trabajar a baja altura, evitando el contacto directo del rotor con el suelo. En cultivos caídos, si bien se trabaja eficientemente en ambos sentidos del vuelco, puede mejorarse la eficiencia del mismo trabajando en contra o al cruce del sentido del vuelco, ya que esto permite que el rotor levante el cultivo y arranque limpiamente las espigas, reduciendo la entrada de paja. (Figura 15)

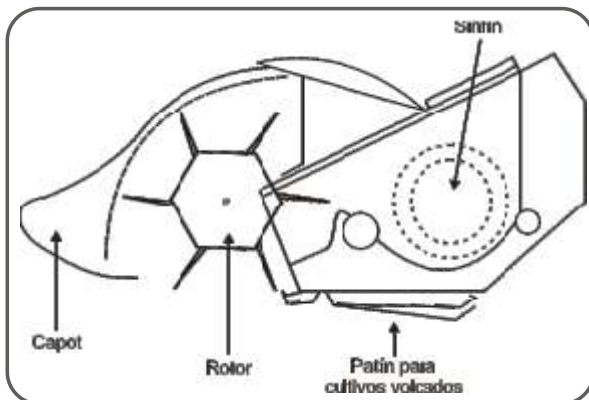


Figura 15. Esquema de un cabezal stripper y sus principales componentes. Fuente: INTA PRECOP, 2005.

Los cabezales stripper disponen de una caja de velocidades de 3 cambios cuyas vueltas por minuto son, a modo de ejemplo, las indicadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Cambios y vueltas por minuto del rotor.

Cambio	R.P.M
1 <sup>ra</sup>	400
2 <sup>da</sup>	500
3 <sup>ra</sup>	611

Para Trigo se puede trabajar a 500 rpm. como estándar, o bien, a 611 rpm como opcional. Siempre se debe operar el rotor a la velocidad mínima que permita el arrancado de las semillas; a mayor velocidad, tendremos mayor desgaste del peine y entrada de paja.

Existe una teoría lógica que afirma que si el Trigo es de alto rendimiento, la velocidad de avance es elevada y la del rotor lenta, pueden aparecer espigas mal trilladas ya que el ojo se sobrellena y no alcanza a trillar. En cambio, esta teoría indica que si el Trigo es de bajo rendimiento, la velocidad de avance es lenta y la del rotor es alta, el ojo no se llena y aparecen pérdidas por desgrane frente al cabezal y entrada de paja adicional.

Es decir que el punto exacto está en un equilibrio de la velocidad del rotor, la densidad del Trigo y la velocidad de avance, de modo tal que se llene correctamente el ojo del peine arrancador.

Como referencia, puede decirse que para un Trigo de 5.000 kg/ha de rendimiento, con una humedad del 13%, cosechado con una maxicosechadora, con un índice de alimentación de 33 t/ha, con 500 rpm del rotor y/o una velocidad de avance de 11 km/h, se pueden esperar pérdidas por cabezal normales que van de los 30 a los 50 kg/ha.

La potencia consumida por el cabezal Stripper no es muy superior a la de un cabezal tradicional, siendo ampliamente compensada por la reducción del requerimiento de trilla, separación, limpieza y triturado. El remanente de potencia, de todas formas será utilizado por un requerimiento mayor de traslado a campo, y una mayor velocidad de avance, por lo que sería un error pensar que la cosechadora necesita menor potencia de motor. En cambio, sí es correcto afirmar que por cada kg cosechado de grano se puede ahorrar hasta un 40% de combustible.

## Trilla y separación

### Equipamiento y regulación del sistema

Existen en el mercado dos sistemas de trilla y separación:

- \* Sistema tradicional (longitudinal/tangencial)
- \* Sistema de flujo axial
- \* Sistema tradicional con acelerador

### Sistema tradicional

En este sistema, la trilla es realizada por la acción rotativa del cilindro contra el cóncavo estacionario, combinando el impacto y la fricción. Este impacto sacude el grano, separándolo del tallo y la espiga. Posteriormente, por fricción, se realiza una trilla adicional a medida que el material es acelerado a tra-

vés de la restricción entre el cilindro y el cóncavo. La capacidad de trilla de una cosechadora con sistema tradicional, está influenciada por el ancho del cilindro y por la superficie del cóncavo. La capacidad de trilla está relacionada también con la cantidad de barras del cóncavo. En Trigo generalmente se usan de 10 a 14 barras. Con el uso, las barras se gastan y pierden capacidad de trilla; cuando presenten sus bordes redondeados es conveniente rectificarlas, o bien, reemplazar el cóncavo por uno nuevo. (Figura 16)

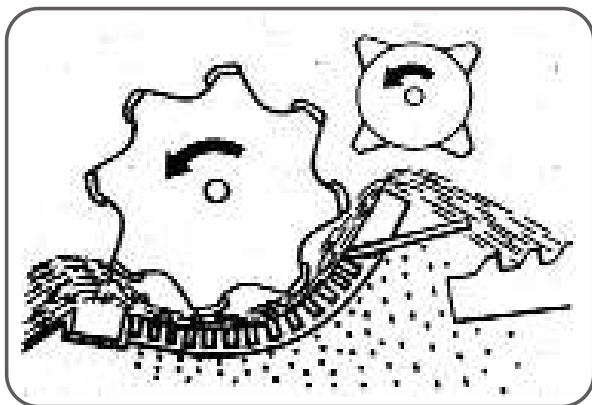


Figura 16. Sistema de trilla tradicional.

Un buen cilindro trillador, es aquel que funciona como volante, ya que están contruidos con discos de fundición con más peso en la periferia para lograr mayor inercia. Esto le permite tolerar esfuerzos de trilla puntuales sin perder vueltas o patinaje en las correas. Además, los cilindros de alta inercia

pueden trabajar a menor velocidad de trilla. Es muy importante colocar las barras trilladoras que corresponden para cosecha fina, que tienen una distancia entre estrías de 10 a 12 mm. Las barras batidoras son de acero forjado, lo que les confiere una rugosidad característica que se mantiene durante toda su vida útil: unas 800 ha en promedio. El mantenimiento y reposición de las barras, así como el control del balanceado del cilindro, son aspectos que deben tenerse muy en cuenta si se quiere lograr eficiencia en la cosecha de Trigo.



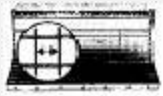

La separación entre el cilindro y el cóncavo debe ser mayor a la entrada que a la salida, ya que el mayor volumen de material se presenta al comienzo de la trilla y va disminuyendo progresivamente por el colado del material a través de la grillas del cóncavo. Por esto, el acuñaamiento mantiene la presión de trilla sobre el material remanente, y así, puede aprovecharse en forma eficiente la totalidad de área del cóncavo.

A lo largo del día de trabajo las condiciones del cultivo varían y, por lo tanto, debe cambiarse la velocidad de rotación del cilindro a fin de mantener pareja su calidad de trilla. Esto se logra usando un variador continuo de vueltas del cilindro, accionado desde el puesto de comando y monitoreado por un tacómetro a la vista del operador.

En resumen, la eficiencia de trilla depende de la separación entre el cilindro y el cóncavo, las velocidades de trilla y las condiciones del cultivo, que pueden variar a lo largo de la jornada de labor.

## Regulaciones del sistema de trilla

Tabla 5. Principales regulaciones del sistema de trilla para la cosecha de Trigo (valores orientativos).

Condiciones del cultivo	 Vueltas por minuto del cilindro				 Separación cilindro/cóncavo (mm)		 Separación entre alambres del cóncavo (mm)	 Zaranda: Ø (mm) de los alvéolos	
	Velocidad del cilindro (m/seg)	v/min cilindro (RPM)				Adelante			Atrás
		Ø 510	Ø 560	Ø 610	Ø 660				
Trigo seco < 14% humedad	23,94	895	815	750	692	20	14	5 a 8	7 a 10
Trigo húmedo > 14% humedad	35,11	1315	1200	1100	1015	10	7		

## Sistema axial

El principio de funcionamiento de este sistema de trilla y separación se basa en uno o dos rotores dispuestos normalmente en forma longitudinal en la cosechadora.

La trilla y separación axial resulta progresiva dado que el material es acelerado sin fricción; luego aparece la fricción y ésta es progresiva siguiendo una trayectoria en forma espiralada; el grano puede dar de una a siete vueltas en el sector de trilla del rotor. En esta trilla progresiva los granos más susceptibles y frágiles vuelan inmediatamente, mientras que los más húmedos y resistentes siguen dando vueltas hasta ser trillados. El material pasa varias veces por encima de los cóncavos y rejillas en su recorrido por el rotor. Esta acción asegura la minuciosa trilla y separación, y además, permite una mayor apertura entre el cilindro y el cóncavo, debido al paso múltiple de trillado, lo cual, resulta en mejor calidad de grano (Figura 17). Este cono además produce un efecto de succión, mejorando la entrada de material e inclusive logra una aspiración del polvo, mejorando la visibilidad en el frente de la cosechadora. (Figura 18)

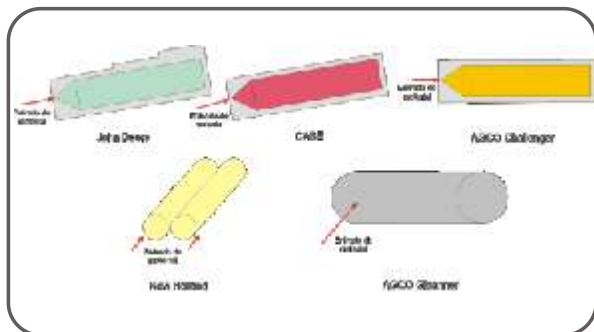


Figura 17. Diferentes conceptos de cosechadoras de trilla axial. Fuente: PRECOP 2005.



Figura 18. Esquema de una cosechadora de flujo axial (John Deere Ind.): 1) Cono de entrada, 2) Rotor, 3) Barras batidoras, 4) Cóncavos de trilla, 5) Cóncavos de separación, 6) Despajador de descarga, 7) Zarandas de limpieza, 8) Turbina de aire.

Una vez que el material entra al conjunto, es trillado por efecto del roce con el cilindro en movimiento y el cóncavo estacionario. El cilindro viene equipado con diferentes configuraciones y disposiciones de las barras de trilla y separación.

Se puede variar el tiempo de permanencia y colado del material en la zona de separación según las condiciones del cultivo, intercambiando en ese sector las secciones trilladoras por elementos diseñados para tal fin. En la parte final del rotor, posee unas aletas aceleradoras del material para lograr una rápida salida del mismo. Los cóncavos, generalmente tres, tienen más de 150° de envoltura, aumentando con esto la superficie de trilla. (Figura 19)

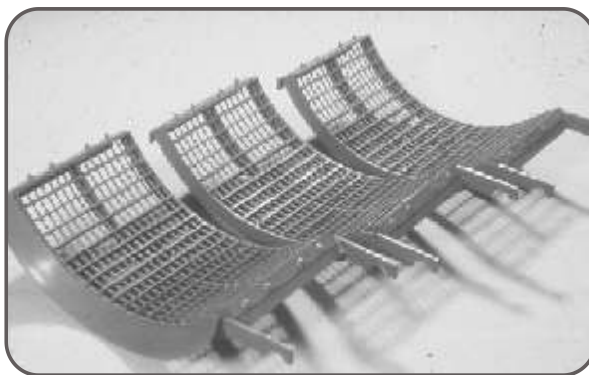


Figura 19. Cóncavos de trilla de la cosechadora axial.

Los cóncavos vienen equipados con guías regulables en el sector de separación, a fin de poder modificar el tiempo de permanencia del material en esa zona. El sistema de limpieza es igual al de las cosechadoras con cilindro convencional.

## Principales diferencias entre el sistema de trilla convencional y el axial

### 1) Trilla Axial

La trilla es progresiva, recibiendo mayor agresividad en la medida que el material es más resistente a la trilla y al deterioro (Figura 20).

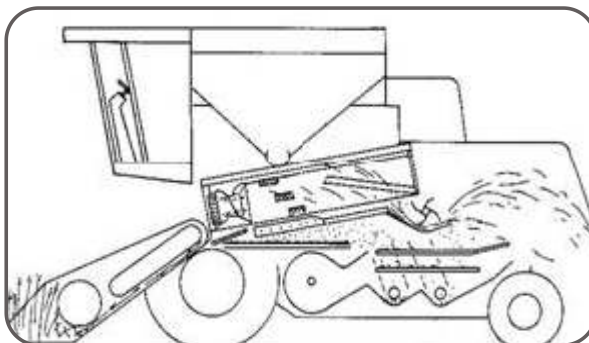


Figura 20. Cosechadora axial.

## 2) Trilla convencional

Resulta más agresiva, dado que en un ángulo de  $120^\circ$  del cóncavo, el grano debe ser trillado. En caso de no ser trillado volverá al cilindro a través del retorno con alta posibilidad de daño mecánico. En estos sistemas de trilla, si bien cumplen con todas las exigencias de calidad industrial, es más dificultoso hacer la regulación para obtener grano para semilla y evitar daño mecánico, que en los sistemas axiales. (Figura 21).

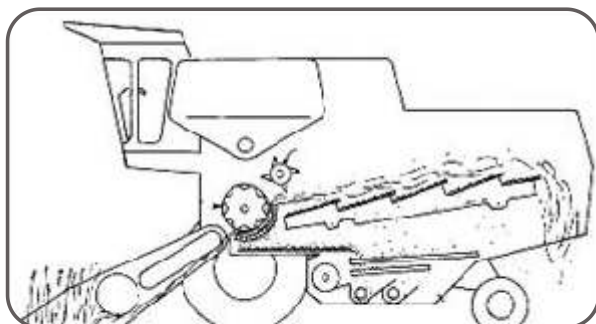


Figura 21. Cosechadora convencional.

## Sistema tradicional con acelerador

Otro mecanismo de separación, consiste de un cilindro tradicional con acelerador y rápido colado de los granos susceptibles al daño mecánico. (Figura 22)

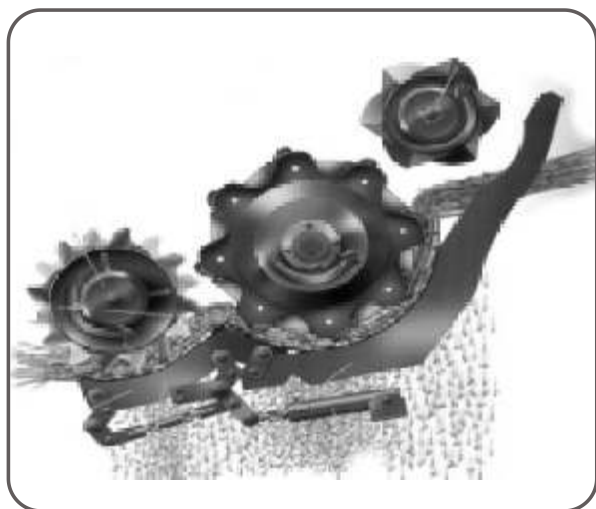


Figura 22. Sistema de trilla con acelerador y colado de grano progresivo.

Este esquema mejora el sistema de trilla tradicional, dado que los granos más secos y frágiles ya trillados en el cabezal y en el embocador, son acelerados y colados rápidamente, con mínima agresividad de velocidad y sin fricción. Luego, los granos más húmedos y resistentes al deterioro, son trillados con más agresividad en forma progresiva.

## ¿Cómo evaluar pérdidas en la cosecha de trigo?

### Pérdidas de precosecha

Se determinan colocando suavemente en el cultivo cuatro aros de alambre de 56 cm de diámetro ( $\frac{1}{4}$  de  $m^2$  c/u), antes del trabajo de la máquina. Se recolectan los granos sueltos y espigas quebradas y volcadas que a nuestro criterio no serán levantadas por el cabezal (Figura 23). Estos granos sueltos y los obtenidos al desgranar las espigas volcadas o quebradas, son contados teniendo en cuenta que 333 granos medianos de Trigo en los cuatro aros ( $1 m^2$ ), representan 100 kg/ha de pérdidas.

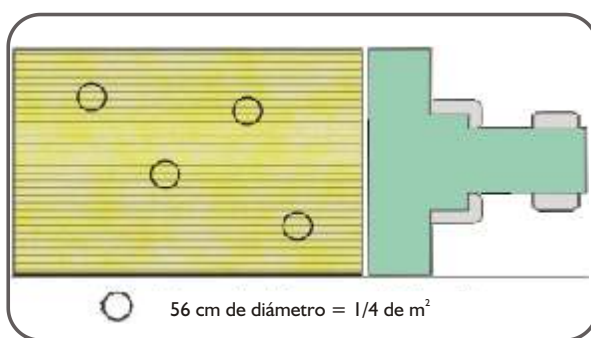


Figura 23. Esquema mostrando la metodología para evaluar pérdidas de precosecha. Cada aro de alambre de 56 cm de diámetro representa  $\frac{1}{4}$  de  $m^2$  (4 aros hacen una muestra de  $1 m^2$ ). La evaluación debe ser hecha en el mismo sector donde luego se evaluarán las pérdidas por cosechadora. Aclaración: 333 granos medianos de Trigo/ $m^2$  equivalen a 100 kg/ha de pérdidas. Fuente: PRECOP 2005.

### Pérdidas por cosechadora

#### 1) Pérdidas por cola con esparcidor y desparramador

Se determinan arrojando cuatro aros ciegos (con fondo), durante el paso de la cosechadora. Estos aros ciegos deben tener la misma medida que los aros de alambre utilizados para medir las pérdidas de precosecha (es decir 56 cm de diámetro), y para tal fin, se pueden utilizar los aros de alambre forrados de algún material o tapas de tambores de 200 litros que tienen la misma medida y sirven perfectamente para realizar la evaluación. Es importante tener en cuenta que los aros deben estar en el suelo antes que caiga el material despedido por la cola de la máquina (esparcidores), uno por debajo del cajón de zarandas de la cosechadora (zona central de la máquina), y los tres aros restantes, distribuidos en el área que abarca el cabezal. (Figura 24) Luego del paso de la máquina, se evalúa cada aro y se juntan los granos y el desgrane de las espigas mal trilladas que se encuentren sobre el aro ciego. Para obtener los kg/ha perdidos por la cola de la máquina, se puede aplicar la relación de  $333 \text{ granos}/m^2 =$



100 kg/ha de pérdidas. En caso de disponer de una balanza de precisión: 10 gramos de Trigo/m<sup>2</sup> = 100 kg/ha de pérdidas. También se puede utilizar el recipiente provisto por INTA, en el cual, se coloca la muestra de los cuatro aros, ofreciendo por lectura directa una aproximación en qq/ha de la pérdida por cola.

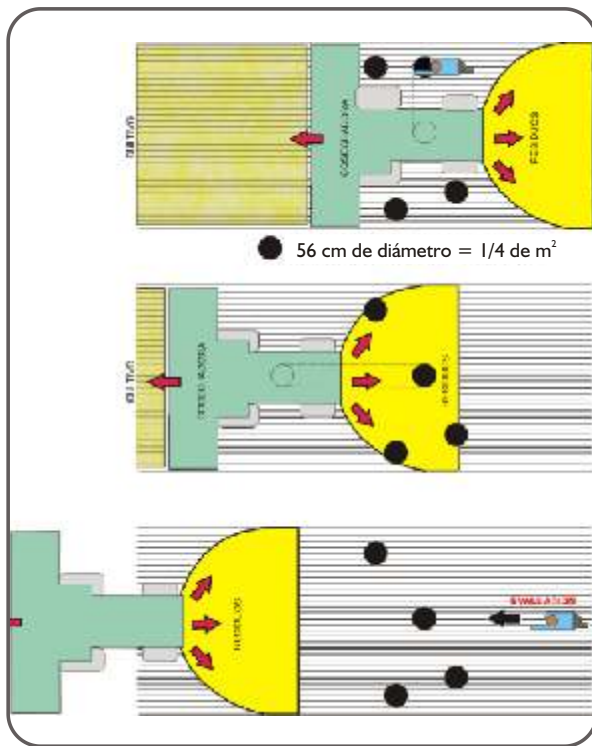


Figura 24. Esquema mostrando la metodología para medir pérdidas por cosechadora en Trigo (por cabezal y por cola). Cada aro ciego de 56 cm de diámetro representa 1/4 de m<sup>2</sup> (4 aros hacen una muestra de 1 m<sup>2</sup>). La evaluación debe ser hecha aproximadamente en el mismo sector donde previamente se evaluaron las pérdidas de precosecha. Aclaración: 333 granos de Trigo/m<sup>2</sup> equivalen a 100 kg/ha de pérdidas. Fuente: PRECOP 2005.

## 2) Pérdidas por cabezal:

Para determinar las pérdidas por cabezal es necesario recoger todos los granos sueltos y los obtenidos de las espigas quebradas que no fueron recolectadas por el cabezal, por la altura de corte o voleo del molinete. Para esto, se recogen todos los granos y restos de espigas con granos que hayan quedado debajo de los aros ciegos utilizados para evaluar pérdidas por cola (Figura 25), obteniendo así la muestra de un metro cuadrado que incluye la pérdida de cabezal, más la pérdida de precosecha (lo que ya estaba caído en el suelo). Posteriormente, para obtener las pérdidas por cabezal, se les deben restar las pérdidas de precosecha (valor que se calculó previamente utilizando los aros de alambre).

Si el análisis de las pérdidas arroja valores supe-

riores a la tolerancia, hay que determinar las causas. Junto con el operario de la cosechadora se deben realizar las regulaciones, hasta lograr que las pérdidas sean inferiores a la tolerancia, siempre que el cultivo lo permita, recordando que la tolerancia es de 90 kg/ha (cabezal + cola), independientemente del rendimiento del cultivo.

## Manejo de residuos de la cosecha de Trigo

En los planteos agrícolas modernos, los residuos de cosecha son una herramienta fundamental para mantener una producción sustentable. Ayudan a mejorar el balance hídrico de los cultivos al permitir una mayor infiltración del agua de lluvia, con una disminución del agua perdida por evaporación, contribuyendo además a mantener y mejorar las propiedades físico-químicas del suelo. Sin residuos en superficie, las gotas de lluvia impactan sobre las partículas del suelo y las disgregan, produciendo el planchado y reduciendo la capacidad de infiltración del agua al suelo. El agua que no infiltra escurre, y por otro lado, un suelo desnudo, aumenta las pérdidas de agua por evaporación. Según el relieve del lote y la cobertura del suelo, la reducción de la erosión hídrica puede ser significativa. Estas bondades de los residuos de cosecha son efectivamente aprovechadas si son distribuidos en forma uniforme en toda la superficie. Una cobertura pareja evita desuniformidades en la profundidad de siembra, logrando que las condiciones de humedad y temperatura del suelo sean lo más homogéneas posible en todo el lote. Las desuniformidades se evidencian en el cultivo posterior con diferencias en la altura, rendimiento, maduración y calidad del grano, aspecto que dificulta la cosecha.

Hay que tener en cuenta que en un cultivo de Trigo con un rendimiento de 2.800 kg/ha de grano, se producen aproximadamente unos 4.500 kg/ha de material no grano. Según la altura de corte del cabezal, la cantidad de residuos que ingresan a la cosechadora estaría en unos 2.500 kg/ha. Considerando los anchos de corte cada vez mayores de los cabezales modernos y el aumento en los rendimientos de los cultivos en grano y paja, los residuos que se depositan detrás de la cola de la cosechadora pueden llegar a equivaler a una concentración de unos 13.500 kg/ha, por lo que es muy importante lograr una distribución homogénea. A través del mejoramiento genético y de la fertilización, la producción de grano y paja en el cultivo de Trigo aumenta año tras año, incrementando el desafío de realizar una correcta distribución de los residuos.

## Tritrador / Desparramador de paja

Si bien en planteos de siembra directa continua

del centro y norte de nuestro país, se aconseja no utilizar el triturador de paja para la obtención de un rastrojo de cobertura lo más entero posible, en el sudeste de nuestro país, donde se dan condiciones de menor temperatura media y mayor humedad junto a cultivos de altos rendimientos que brindan rastrojos de elevado volumen, la utilización del picador de paja sería una opción para lograr una eficiente siembra del cultivo posterior. (Figura 25)

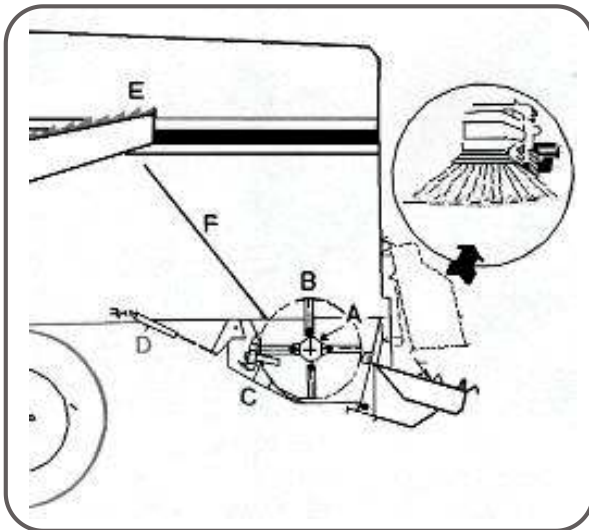


Figura 25. Triturador desparramador de la paja que sale de los sacapajas.  
 a) Rotor, b) Cuchilla, c) Contra cuchilla ajustable, d) Amortiguadores neumáticos para la regulación de chapas deflectoras y para la desconexión del triturador, e) Sacapajas, f) Chapa canalizadora de paja.

Para poder realizar un picado parejo en tamaño, el triturador desparramador debe poseer un rotor picador de alta inercia para evitar caídas de vueltas ante entregas desuniformes de material por el sacapajas. Es importante que las cuchillas del triturador posean forma de paletas, para generar una corriente de aire que aumente la velocidad de salida del material picado (Figura 26).

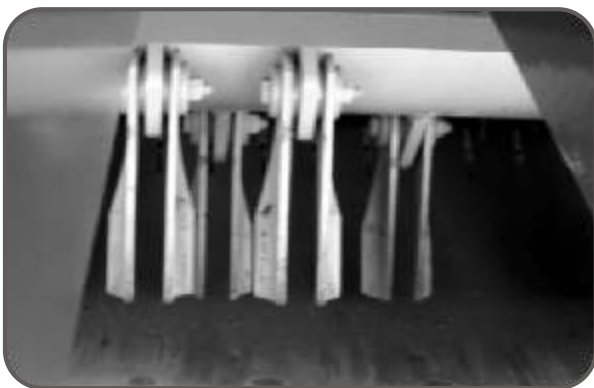


Figura 26. Cuchilla del triturador tipo paleta, que genera una mayor corriente de aire, mayor velocidad de salida del material picado, y mejor uniformidad de distribución.

Las aletas del triturador deben ser largas y con una suave curvatura, para permitir que el material sea orientado hacia los bordes del ancho de corte del cabezal sin perder velocidad ni orientación. La curvatura y horizontalidad de estas aletas debe ser modificable para adaptarlas a las características del cultivo y a la dirección e intensidad del viento al momento de la cosecha. (Figura 27)

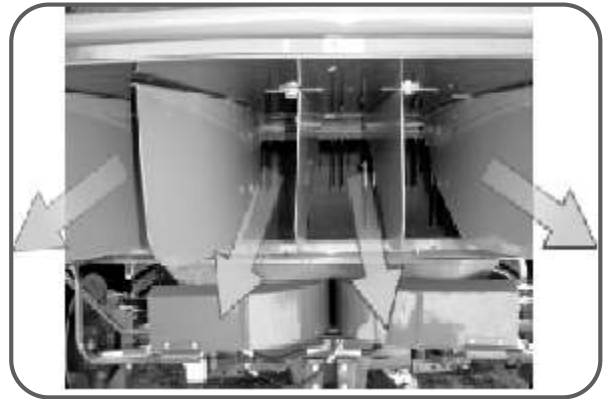


Figura 28. Diseño de las aletas del triturador.

Las aletas del esparcidor deben tener un ángulo vertical adecuado, de tal forma de permita lograr un máximo alcance del material despedido por la cola, evitando representar una superficie de choque o un obstáculo a este material con pérdida de velocidad. (Figura 29)

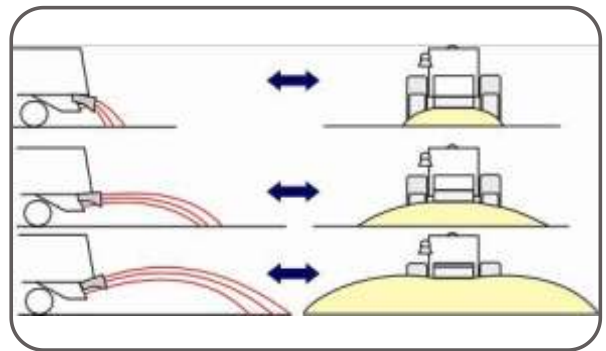


Figura 29. Según el ángulo de choque de las aletas del esparcidor, mayor será el alcancé del material despedido, y mejor la cobertura obtenida.

En los planteos agrícolas, donde se requiere que el rastrojo 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 rastrojos sin contra cuchillas, priorizando la eficiencia de distribución. En planteos de siembra directa continua, lo aconsejable es reemplazar el triturador por un desparramador de paja doble, con diseño tipo plato con paletas de goma regulables. (Figura 30)

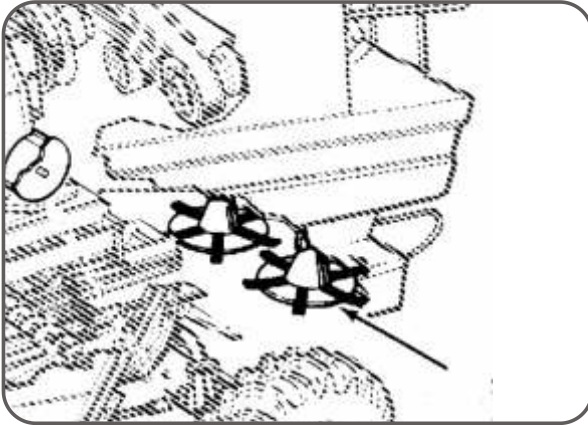


Figura 30. Desparramador de paja con diseño tipo plato con paletas de goma regulables.

### Esparcidor centrífugo de granza

Otra gran parte de los residuos está constituida por la granza que sale de la zaranda superior, la que debe ser distribuida con un esparcidor centrífugo neumático (Figura 31), a fin de lograr una cobertura lo más homogénea posible en todo el ancho de corte del cabezal, evitando la acumulación de material que forma un cordón denso en la zona de paso de la cola de la cosechadora. Esto resulta de suma importancia para realizar la siembra directa del cultivo posterior, y de esta manera, lograr una uniforme profundidad de siembra y un desarrollo parejo del cultivo.

Estos esparcidores cuentan con uno o dos discos que giran en sentido inverso y cada uno está accionado por una caja de engranajes en escuadra, que recibe el movimiento de la polea del eje del cigüeñal o están accionados por motores hidráulicos. En la parte inferior de los discos se encuentran aletas que funcionan como turbinas y generan una corriente de aire que ayuda a transportar el residuo a mayor distancia. Estos pueden ser de colocación horizontal o vertical.



Figura 31. Esparcidores de última generación.

Si la distribución de los residuos es desuniforme, luego durante la siembra, en la zona de mayor acumulación de residuos se dificulta la correcta colocación de la semilla en contacto con el suelo, ya que la cuchilla de la sembradora no logra cortar todo el material y lo empuja al fondo del surco, impidiendo el buen contacto de la semilla con el suelo. (Figura 32)

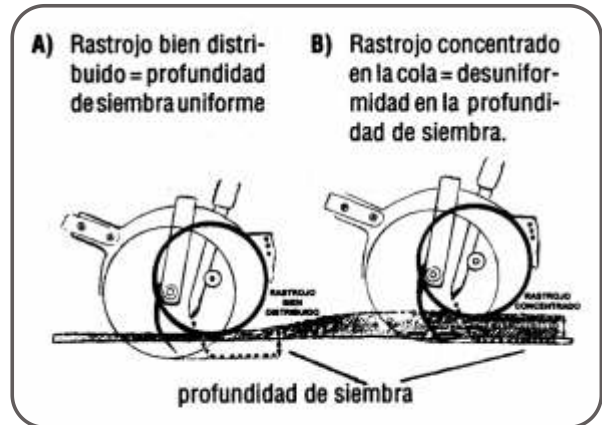


Figura 32. La distribución desuniforme del residuo en superficie produce una profundidad de siembra irregular, una emergencia despajada y hasta plantas parasitas en Maíz.

Otro inconveniente de una excesiva concentración de residuos, ocurre cuando no se logra una profundidad de siembra adecuada, ya que estos, al formar un colchón, aumentan la separación entre el suelo y la rueda limitadora de la sembradora, reduciendo la profundidad de siembra, lo que provoca fallas en la implantación o plantas desuniformes con caída de rendimiento (Maíz).

*Observación: Material extraído del manual técnico N° 1 (Trigo: Eficiencia de Cosecha y Postcosecha), editado por el INTA PRECOP -2003- y que se encuentra disponible en forma gratuita en [www.cosechaypostcosecha.org](http://www.cosechaypostcosecha.org).*



## La sembradora: equipamiento y regulación para soja

Ing. Agr. MSc. Guillermo Marrón ([gmarron@balcarce.inta.gov.ar](mailto:gmarron@balcarce.inta.gov.ar))

INTA EEA Balcarce

### Introducción a la problemática

En Argentina, a principios de la década de 1980, la siembra de Soja era incipiente, se realizaba con sembradoras de grano grueso, con distribuidor de placa alveolada, con espaciamiento de 70 cm entre hileras y las malezas se controlaban mecánicamente mediante escardillo (reja pie de pato).

Ante la falta de plantas al momento de evaluar la eficiencia de implantación, se buscaban los espacios fallidos de siembra y la preocupación radicaba en analizar cuál había sido el factor que lo había ocasionado; se trataba a la Soja como realmente lo que es, un cultivo de cosecha gruesa.

Con el tiempo se fue conociendo la fisiología de la planta y su adaptación a las distintas regiones del país, se analizaron ciclos, aparecieron las Sojas RR, la siembra directa y la adaptación de ciclos a distintas zonas agro ecológicas, hicieron que se simplificara el manejo del cultivo.

Ese manejo se simplificó a tal punto que hoy en día, en muchos lugares la Soja se siembra con sembradoras de sistema con distribución a chorrillo, se utiliza el cajón abonador con distribuidores de variada índole, mangueras de bajada de semilla de gran largo y de diverso ancho, muchas veces se inocula apresuradamente y es así como se obtienen poblaciones irregulares de plántulas al momento de la emergencia, con desarrollo y maduración, desuniforme, trasladando el problema a la cosecha y post-cosecha.

Por la necesidad de sembrar en fecha (ya que el fin de otoño complica la cosecha en regiones del sur del área pampeana), muchas veces se utilizan sembradoras cuyo tren de siembra no permite hacer las regulaciones necesarias para una correcta implantación, lo cual agrava el problema de la distribución.

A todas estas consideraciones, debe añadirse el factor calidad de semilla, que si bien se sabe que debería sembrarse semilla certificada, es muy común

que el propietario del cultivo coseche parte de los lotes para realizar su propia semilla, la cual no siempre es almacenada en las mejores condiciones y con la limpieza correcta, por lo cual la dosificación de siembra se hace por kg/ha más que por semillas viables por m/lineal como indica la lógica.

Resumiendo, el productor no siembra la Soja con los mismos cuidados que el resto de los cultivos de cosecha gruesa (Girasol y Maíz), y por ello es normal observar lotes con poblaciones irregulares en la línea, y si bien la planta de Soja compensa de alguna manera con mayor o menor número de ramificaciones, luego dificultan la cosecha sobremanera, disminuyendo el rendimiento.

Existen en nuestro país grandes diferencias entre el rendimiento potencial del lote, la captación del cabezal de la cosechadora, el porcentaje de grano con aptitud comercial en la tolva de la máquina, la calidad que sale del almacenaje en chacra (bolsa o silo), el manejo hacia el acopio, y el rendimiento final que es la combinación de kilos entregados en planta y calidad de la partida.

De todos estos factores, la sembradora es un elemento fundamental que define gran parte del proceso exitoso de un cultivo y es el elemento que a continuación se analizará en este capítulo (equipamiento y regulaciones).

### La máquina sembradora

De todas las labores que se pueden realizar para la obtención de un cultivo, hay una insustituible y es la siembra del mismo.

Es por ello que cuando comienza la operación de siembra, este proceso debe hacerse con una meta clara que está gobernada por una premisa básica: CALIDAD.

**Es así que CALIDAD DE SIEMBRA, implica posicionar la semilla en el fondo del sur-**



**co, en buen contacto con la humedad, a una profundidad uniforme respecto de la superficie, de manera equidistante entre semillas sucesivas en la línea y con igual espaciamiento entre líneas de siembra.**

Para ello existen diversos mecanismos y posibilidades en la sembradora que se detallarán y analizarán a continuación, con especial énfasis en máquinas para siembra directa, ya que es el sistema predominante del cultivo de Soja en la Argentina.

## Sembradoras de grano grueso

### Tolvas

La tendencia actual es que las sembradoras posean una tolva única o monotolva lo cual permite manejar la distribución de grano mediante distribuidores de tipo tradicional mecánico o de tipo neumático. (Figura 1)



Figura 1. Vista lateral de una típica sembradora con depósito de semilla y fertilizante tipo monotolva (tolva única).

El sistema monotolva permite agilizar la tarea de reabastecimiento de la sembradora y reduce los tiempos operativos, simplificando la maniobra del cambio de espaciamiento entre hileras al trabajarse directamente sobre los soportes de los trenes de siembra, independientemente de las tolvas en aquellas sembradoras de ancho variable.

Asimismo, la posición de la tolva permite la distribución de carga sobre la parte delantera de la máquina posibilitando trabajar con más kilogramos sobre la barra portaherramientas (porta cuchillas) en máquinas de siembra directa.

El sistema monotolva presenta además la ventaja de mantener constante la carga de semilla sobre el distribuidor de semilla y el tren de siembra, independientemente de la situación llena o vacía de la

tolva.

Como desventaja de las monotolvas se puede mencionar la excesiva altura de carga, lo cual requiere habitualmente de una plataforma para que el operario trabaje montado al bastidor de la máquina motivando que la reposición de semilla se realice a granel. (Figura 2)



Figura 2. Plataforma de operación para facilitar la tarea de reposición de semilla.

Es por ello que ambos sistemas coexisten en el mercado dado que cada uno posee sus ventajas y desventajas, aunque la tendencia indica una preferencia del sistema monotolva. (Figura 3)

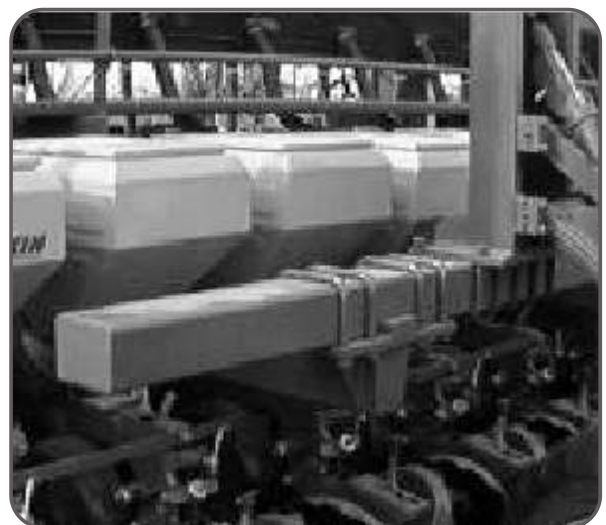


Figura 3. Sembradora con tolvas individuales para cada cuerpo sembrador.

En el caso de utilizarse tolvas individuales, es importante que se trabaje con un chapón o contra fondo por sobre la placa distribuidora, ya que mediante este mecanismo se obtiene una carga uniforme de semilla a medida que la tolva se va descargando,

lo cual favorece el llenado de los alvéolos y además disminuye la sobre presión y el daño mecánico cuando se trabaja a tolva llena. (Figura 4)

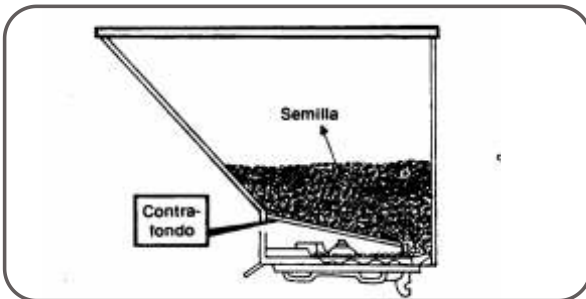
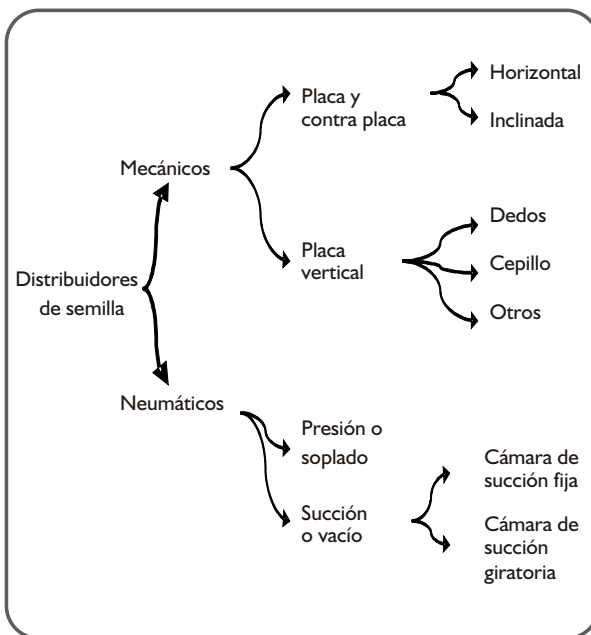


Figura 4. Contrafondo o chapón normalizador de presiones.

## Distribuidores de semilla

Los sistemas de distribución habitualmente utilizados para la siembra de Soja pueden clasificarse de la siguiente forma:



### 1) Sistemas mecánicos de placa y contra placa

En la actualidad, los sistemas distribuidores predominantes en el país son los de tipo mecánico y con sistema de placa y contra placa, ya sea horizontal o inclinada.

#### Placa de siembra

Dado que la semilla de Soja presenta un tegumento delicado, la premisa es trabajar con la mínima velocidad de giro de la placa, esto implica que habitualmente se utilicen dos o tres hileras de alvéolos en este tipo de elementos. (Figura 5)



Figura 5. Placa de siembra para Soja con tres hileras de alvéolos.

Actualmente las placas de siembra se siguen fabricando de fundición de hierro, aunque son cada vez más frecuentes las placas fabricadas con materiales derivados de resinas plásticas sintéticas o con distintas clases de polietilenos. Cualquiera sea la constitución del material de fabricación de la placa, debe ser lo suficientemente rígida para evitar que se despegue de la contra placa ante la presión de la semilla.

**Selección de la placa:** El tamaño de los alvéolos deberá ser tal que garantice el correcto llenado, para lo cual, el tamaño de los mismos tiene que ser tal que permita el libre movimiento de la semilla en su interior y la luz entre semilla y alvéolo deberá ser mayor cuanto más elevada sea la velocidad de siembra.

Como norma indicativa y para siembras que no excedan los 7 km/h se recomienda una luz de entre 1 y 1,5 mm entre la semilla y el borde del alvéolo (Figura 6), destacando también la importancia de la uniformidad de tamaño de semilla para favorecer el llenado evitando el ingreso de más de una semilla por alvéolo.

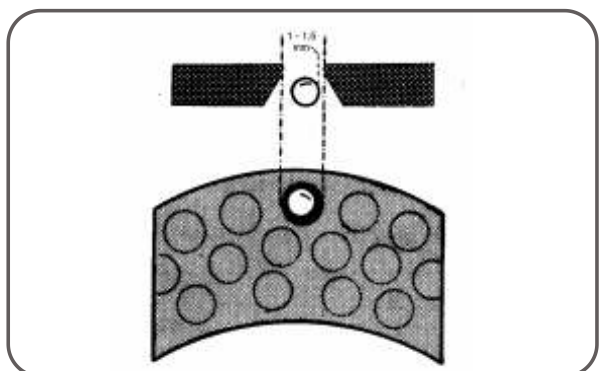


Figura 6. Espacio entre semilla/alvéolo, más aconsejado (1 a 1,5 mm).

El espesor de la placa también es muy importante, y se recomienda que la semilla de Soja prácticamente no asome por sobre el ras de la placa, para lo cual, los espesores habituales oscilan entre 6 y 8 mm. (Figura 7)

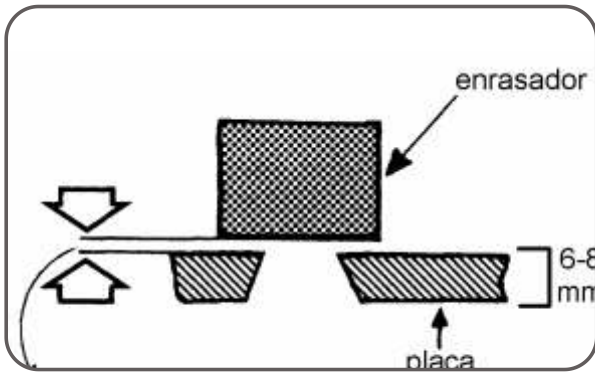


Figura 8. Espesor de la placa y regulación del enrasador, en relación a la separación de la placa (1 a 2 mm).

En los sistemas de placa inclinada, el espesor de la placa puede reducirse, siempre y cuando el terreno en dónde se trabaje no genere vibraciones que hagan caer la semilla y dejar el alvéolo vacío, con la consiguiente falla.

Es importante recordar que los alvéolos de la placa tienen “lado”, es decir que la placa no puede ponerse de cualquier manera sobre el mando que la conduce sino que los alvéolos son cónicos, y que la parte mayor del cono irá siempre hacia abajo posibilitando que toda semilla que entre al agujero pueda salir sin dificultad.

Existen placas con alvéolos de doble fresado, es decir que tienen un fresado muy suave del lado superior para que la semilla no sea dañada por el borde del agujero y para permitir que si una segunda semilla tiene posibilidades de posicionarse dentro del alvéolo, la acción del enrasador la elimine sin que se lastime su tegumento. (Figura 9)

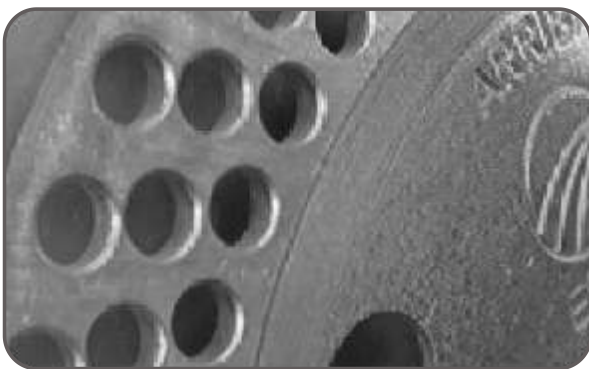


Figura 9. Placa de siembra con alvéolos de doble fresado. Observar que el fresado de carga es suave para facilitar la carga, evitando los daños mecánicos a la semilla.

Para altas densidades de siembra, a veces suelen utilizarse placas con orificio oblongo o “bananita”, utilizada también en arveja, la cual permite posicionar en cada agujero habitualmente tres semillas grandes o cuatro de tamaño inferior, otorgando tiempo a las mismas para que se carguen y acomoden. (Figura 10)

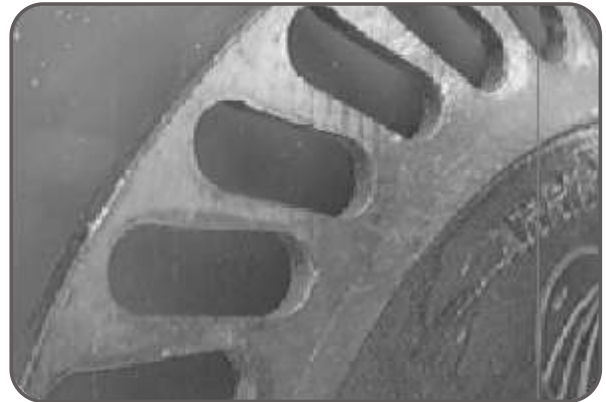


Figura 10. Placa de siembra de alta densidad, con orificios oblongos. Este tipo de placas también son utilizadas para alta velocidad de siembra.

### Contraplaca

La contraplaca es un elemento que requiere especial atención.

El tamaño y forma del orificio de descarga habitualmente tiene un diseño particular dependiendo que el número de hileras de alvéolos sea una, dos o tres.

Los distintos fabricantes recomiendan por catálogo el tipo de contra placa a utilizar, no obstante algunas empresas utilizan una contra placa universal para Maíz, Girasol y Soja.

Ante la duda, el orificio de contra placa sojera será el de mayor tamaño de los tres cultivos citados y la forma del mismo no es rectangular sino que uno de sus lados tiene una leve inclinación hacia atrás, haciendo que el orificio sea más ancho en la periferia de la placa dada la mayor separación entre alvéolos. (Figura 11)



Figura 11. Vista de la contra placa recomendada para Soja y su orificio de salida.

El sistema de placa y contra placa requiere para su funcionamiento un sistema de enrasado, el cual, puede ser mediante elementos de fundición o mediante cepillos.

Cuando son elementos de fundición, el número será correspondiente con el número de hileras de alvéolos y deberá poseer un sistema de regulación independiente que permita alejarlo o acercarlo de la placa de acuerdo al tamaño de la semilla. Como norma general, no deberá estar a menos de un milímetro de la superficie de la placa si la semilla es la adecuada para ese tamaño de alvéolo. (Figura 12)

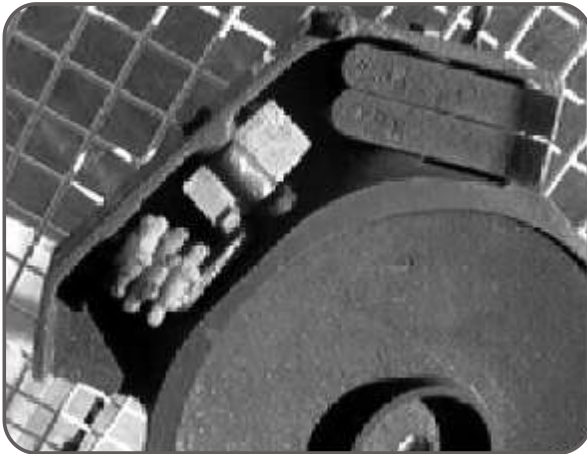


Figura 12. Vista de la placa porta enrasador y expulsor de semilla. En este caso de fundición los enrasadores y de plástico las ruedas expulsoras.

En el sistema de cepillos (actualmente también utilizado para Girasol y Maíz por su menor agresividad) el criterio de altura respecto de la placa es similar, y se debe tener en cuenta el desgaste del mismo, por lo cual, se deberá verificar permanentemente el estado y normalizar el corte de las cerdas para paralelizarlas a la placa evitando sobrepresión contra la placa.

De todos modos, cualquiera sea el sistema de enrase, la premisa es minimizar el riesgo de rotura de tegumento y quiebre de semilla, para lo cual se deben hacer los ajustes pertinentes y verificarlos periódicamente.

*Aclaración: los curasemillas favorecen el % de germinación, pero el tegumento sin alteración es la mejor protección.*

El sistema expulsor para Soja generalmente consta de ruedas dentadas o estrellas de borde redondeado y preferentemente de material plástico. Se debe tener en cuenta el paso de la estrella, el cual, deberá coincidir con el de la hilera de alvéolos correspondiente. (Figura 13)

Si la placa está bien seleccionada de acuerdo al tamaño de la semilla a utilizar, la función de los elementos expulsadores se remite solamente a garantizar que alguna semilla partida o deformada sea eliminada del alvéolo respectivo, para que se vuelva a cargar en la próxima vuelta.



Figura 13. Vista de las ruedas expulsoras, en este caso para una placa de tres hileras de alvéolos.

En los sistemas de placa inclinada, en general el enrase es inexistente, siendo esta una ventaja, ya que no hay elementos que contacten a la semilla, disminuyendo el riesgo de daño mecánico. (Figura 14)

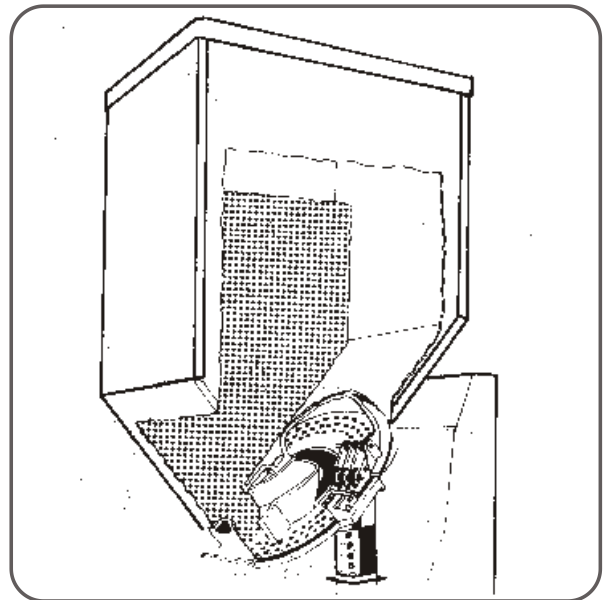


Figura 14. Dosificador de placa inclinada con tres hileras de alvéolos y descarga lateral de semillas.

### Otros sistemas mecánicos

Existen otros sistemas mecánicos como el de dedos, el cual por sus características no es indicado para la siembra de Soja, y es reemplazado en las máquinas que lo poseen en el fondo de sus tolvas por el llamado sistema de copas, que convierte al distribuidor en un sistema de chorrillo o volumétrico.

Un sistema que no ha tenido difusión en la Argentina, aunque algunas máquinas lo poseen, es el sistema mecánico de placa vertical acanalada con cepillos (Kinze, EE.UU), que tiene cierta semejanza



al sistema neumático por soplado, pero aquí no existe corriente de aire, sino que el sostén de la semilla se realiza mediante cepillos o cerdas perimetrales hasta el punto de descarga. (Figura 15) Otro sistema americano es el Great Plaint (Figura 16), con placa vertical y enrasador mecánico.

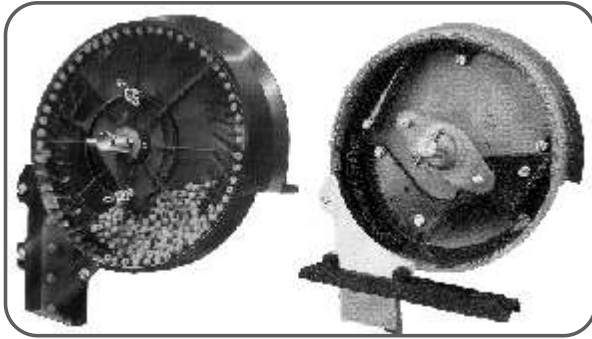


Figura 15. Esquema mostrando el sistema distribuidor mecánico de placa vertical acanalada con cepillos (Kinze, EE. UU.), Der.: Obsérvense los cepillos de sostén de las semillas.

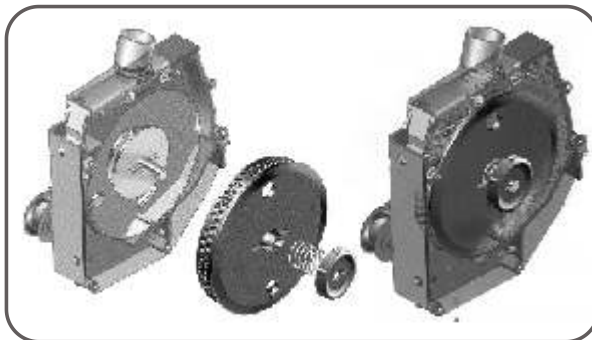


Figura 16. Esquema mostrando el sistema distribuidor mecánico con placa vertical tipo Great Plaint (EE.UU.), donde la carga se realiza por arriba de la placa muescada y un enrasador lo deja monograno, siendo la entrega al caño de bajada similar a un distribuidor neumático, por lo que se aconseja que el mismo sea curvo.

Un sistema particular fabricado en Argentina por Hilcor hace ya unos cuantos años, por sus características especiales, se lo puede incluir en este grupo de distribuidores. (Figura 17)



Figura 17. Sistema distribuidor mecánico con placa vertical alveolada (Hilcor/Yomel), donde el caño de bajada es más corto y más ancho que el convencional.

## 2) Sistemas neumáticos por succión o vacío

Es, de los sistemas neumáticos, el más difundido. En la Argentina el sistema de placa vertical con agujeros planos es mayoritario.

Basa su funcionamiento en una elevada presión de succión que mantiene a la semilla pegada a los orificios.

El funcionamiento del sistema se basa en la depresión de aire que genera una turbina accionada mediante la toma de potencia del tractor (mediante un cardan o una bomba hidráulica que abastece el motor hidráulico de mando de la turbina), o también mediante el circuito hidráulico del tractor si éste cuenta con un sistema de centro cerrado compensado. (Figura 18)

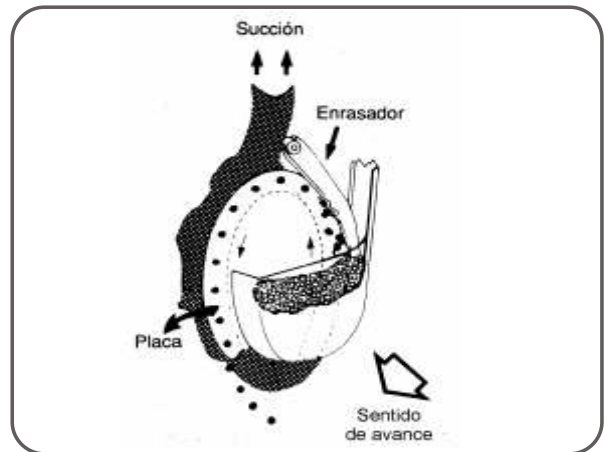


Figura 18. Esquema de funcionamiento de un sistema de distribución por vacío.

Este sistema es sensible al tamaño, peso y forma de la semilla, y por lo tanto requiere una buena succión para evitar la caída de las mismas, especialmente cuando se reduce la velocidad de los mandos de la turbina (cabeceras, terrenos con pendiente, lotes geoméricamente irregulares), en el caso de Soja al ser una semilla redonda el problema se minimiza. (Figura 19)



Figura 19. Vista de la bomba hidráulica encargada de abastecer al sistema de vacío.

Dada la succión necesaria para sostener la semilla adherida al alvéolo, es necesario contar con un sistema de enrasado adecuado que permita descargar las semillas excedentes, dejando un solo grano por alveolo. Este elemento enrasador debe verificarse periódicamente, regularse y reponerse cuando el nivel de desgaste no permita un correcto funcionamiento. (Figura 20)



Figura 20. Vista del enrasador en un sistema de distribución por vacío.

En máquinas de gran ancho de trabajo, a veces es necesario contar con dos turbinas para asegurar la succión adecuada.

En todo caso, es importante dotar al sistema de distribución con un medidor de vacío (vacuómetro), que permita controlar el nivel de aire adecuado que requiere el conjunto semilla/placa con el que se va a trabajar. (Figura 21)

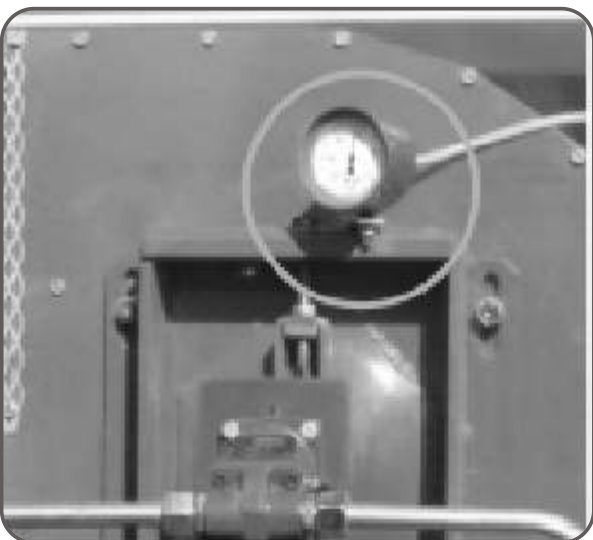


Figura 21. Turbina con mando hidráulico y vacuómetro.

En los sistemas de succión es muy importante mantener los sellos y retenes con el ajuste correcto, ya que cualquier deformación, mal ajuste o desgaste, ocasionará problemas en la distribución. (Figura 22)

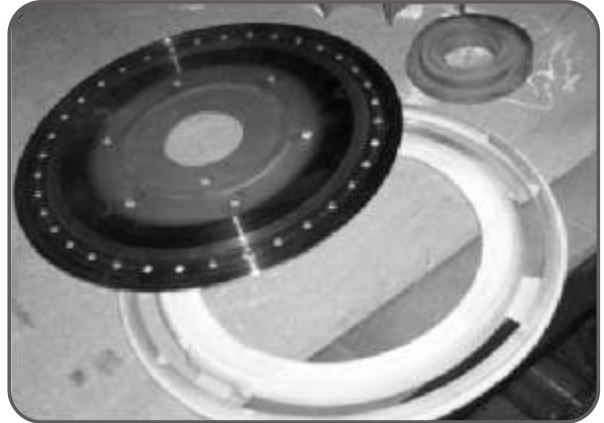


Figura 22. Placa y contraplaca de material plástico.

Actualmente existen elementos distribuidores por succión de diseño y fabricación nacional disponibles en el mercado para adaptar a una amplia gama de sembradoras.

Existen máquinas de diseño americano que disponen de distribuidores con placas alveoladas, las cuales retienen en cierta manera las semillas a la placa, requiriendo menos succión por parte de la turbina, simplificando el manejo del aire y por lo tanto es posible abastecer una mayor cantidad de líneas con una sola turbina. (Figura 23)

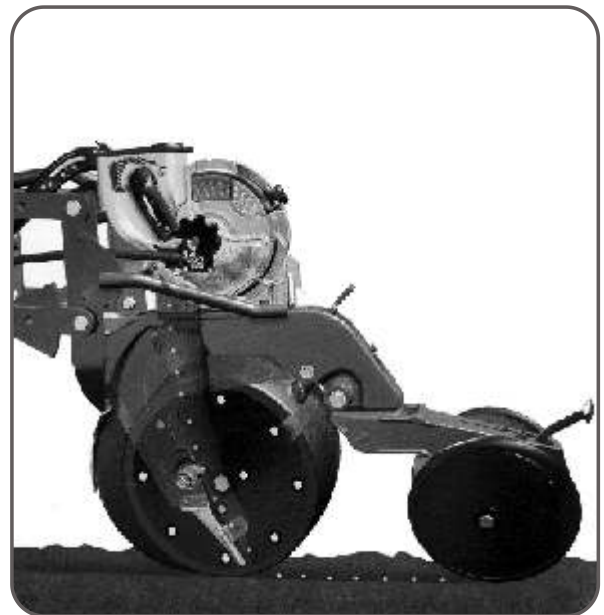


Figura 23. Distribuidor neumático por succión de diseño americano con placa muescada de tres hileras para Soja (bajo requerimiento de succión). Fuente: John Deere Ind.

## Sistemas neumáticos por presión o soplado

Este sistema utiliza el principio de abastecimiento de aire a presión hacia la semilla, de modo que se pegue a los alvéolos, los cuales se encuentran formando una canaleta con un orificio en el extremo distal o muy cerca de aquel.

Si bien es de origen americano, una empresa nacional lo adaptó, mejoró y difundió ampliamente en el mercado argentino. (Figura 24)

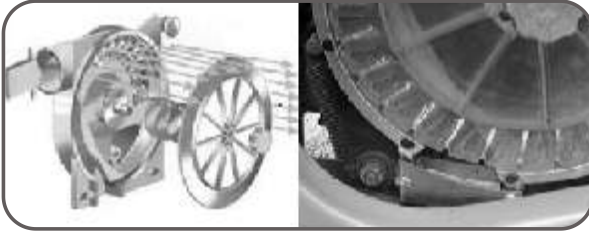


Figura 24. Izq.: esquema del sistema de distribución por presión o soplado. Der.: detalle de la placa de plástico transparente del distribuidor neumático por presión de fabricación nacional.

Este sistema requiere en general de un menor flujo de aire que los de succión, ya que la semilla es sostenida dentro de una canaleta específica que la retiene ayudada por el aire.

Ello permite que semillas de igual forma y tamaño, aunque de distinto peso, permitan ser mantenidas por la placa eficientemente.

Las distintas semillas y tamaños requieren de una placa específica, aunque el rango de tamaños que maneja cada placa es de una gran amplitud, no presentando ningún problema en el cultivo de Soja. (Figura 25)



Figura 25. Detalle de la placa distribuidora de plástico del distribuidor por presión.

Ya sea el sistema neumático por succión o por soplado, mejoran su funcionamiento brindándole un rango de tamaño de semilla con cierta uniformidad, ya que si bien facilita la carga de semillas de distinta forma y tamaño, cuanto más uniforme sea la partida de semilla, más sencilla será su regulación y mejor su precisión.

## Tubos de bajada

En los sistemas mecánicos, ya sean de fondo plano o placa inclinada, la premisa es que los tubos sean lo más cortos posible, y en general, cualquiera sea la forma de los mismos, la caída de semilla desde el orificio de la contra placa se realiza habitualmente desde el centro de la línea de siembra, mientras que la placa gira en sentido horario.

Esto origina que siempre existan rebotes dentro del tubo, ya que se produce una descomposición de fuerzas que no puede solucionarse mecánicamente.

En otros cultivos, se ayuda al mecanismo dándole al gatillo expulsador un poco más de penetración en la hilera externa que es la que más velocidad alcanza, para facilitar la caída minimizando los rebotes.

En Soja, dado que se trabaja con expulsadores del tipo estrella, es importante que el tubo sea de mayor tamaño de sección en su parte superior y se vaya angostando hacia el extremo de salida. (Figura 26)



Figura 26. Vista lateral de la ubicación del caño de bajada entre el doble disco plantador. Detalle: fotocélula de lectura para monitores de siembra.

Existe en el mercado una firma que inteligentemente ha desplazado el distribuidor del centro de la línea de siembra, de modo que la ubicación del tubo de bajada acompañe la inercia que trae la semilla, minimizando rebotes.

Cuando los sistemas de distribución trabajan con placas verticales (neumáticos por vacío, por succión, mecánicos de dedos y de cepillos), es habitual y necesario que el tubo de bajada esté curvado hacia atrás, de modo de acompañar la trayectoria normal de la semilla evitando rebotes. (Figura 27)





Figura 27. Izquierda: Vista del caño de bajada curvado hacia atrás. Derecha: ubicación del caño de bajada respecto al cuerpo de siembra, mostrando su protección lateral.

El curvado de los tubos se vuelve imprescindible en estos sistemas cuanto mayor sea la velocidad de siembra del equipo.

Cualquiera sea la forma de los tubos, es importante que su extremo sea biselado, con su parte más corta hacia atrás y normal a la superficie del terreno, de modo que las semillas puedan salir libres hacia el fondo del surco.

Es muy importante que el tubo esté protegido lateralmente, ya que el rozamiento directo de los discos abre surcos, o el producto de arrastre de material del suelo, hacen que se caliente, deforme y desgaste, quebrándose y generando rebarbas que son puntos de rebote para las semillas que caen.

Como norma general, se deberá evitar sostener del tubo cualquier elemento móvil (colas afirmadoras, por ejemplo), ya que el movimiento origina rebotes, y se deberá extremar el cuidado durante el montaje de elementos sensores de monitoreo de caída de semilla (fotocélulas), ya que cualquier deformación o saliencia será un punto eventual de rebote de semillas. (Figura 28)



Figura 28. Fijación de la lengüeta en forma independiente del caño de bajada.

## Trenes de siembra

El tren de siembra de una máquina deberá cumplir con las 7 funciones básicas requeridas para una correcta implantación: cortar el residuo y realizar una micro labranza, abrir el surco, controlar profundidad, depositar la semilla, depositar el fertilizante, apretar la semilla y tapar la semilla.

Los trenes de siembra de las sembradoras de grano grueso son en su totalidad de doble disco abre surcos, con cuchilla delantera de corte y de acuerdo a las distintas zonas geográficas de siembra pueden adaptárseles sistemas barredores de residuo por detrás de las cuchilla para facilitar el trabajo del abre surcos. (Figura 29)

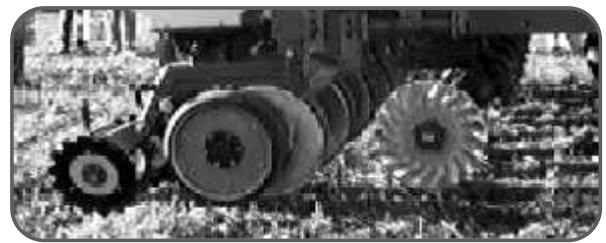


Figura 29. Cuerpo de siembra típico de nuestro país.

En todo caso, nunca se debe olvidar que cualquiera sea el sistema de labranza adoptado sobre el que se realice la operación de siembra, la semilla tiene que estar en el fondo de un surco removido, apretada y tapada a una profundidad uniforme y correctamente espaciada de forma equidistante en la línea y entre líneas.

## Cuchillas de Corte

Como primera medida, deberá uniformarse la nomenclatura de las cuchillas para poder definirlas. En la Figura 30 se presenta una clasificación:

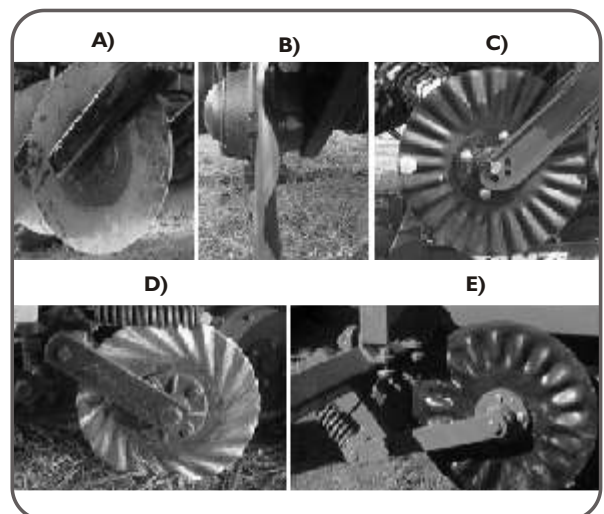


Figura 30. Cuchillas de corte. A) Lisa, B) Ondulada profunda, C) Ondulada radial, D) Ondulada tangencial (turbo), E) Corrugada.



Las ondulaciones pueden ser hasta el borde o perímetro, y en ese caso, puede decirse ya que las cuchillas son onduladas. (Figura 30 B)

A su vez, las cuchillas onduladas, pueden tener ondulaciones radiales (Figura 59 C), o tangenciales. (cuchilla turbo Figura 30 D)

Si las ondulaciones no llegan hasta el perímetro, y la cuchilla termina en un filo liso, estamos en presencia de una cuchilla corrugada. (Figura 30 E)

La habilidad de la cuchilla para trabajar en distintas situaciones determinará su selección, pero se debe tener en cuenta que cuanto mayor sea el diámetro de la misma, más posibilidades tendrá de ser regulada para penetrar en terrenos con micro relieves inducidos por tránsito de maquinaria (huellas).

El diámetro a buscar que combine la capacidad de la cuchilla de cortar y remover, será el más cercano a 45,5 cm. (aproximadamente 18 pulgadas)

Si la cuchilla tiene menos diámetro, necesita hacer "pie" para poder cortar y requiere de un filo en buen estado. Asimismo, será una cuchilla que priorizará la remoción y no el corte de residuo; las cuchillas deben lograr la profundidad deseada sin superar  $\frac{1}{4}$  de su diámetro.

Con diámetros reducidos, la cuchilla tendrá habilidad para trabajar con bajos volúmenes de residuo o con condiciones de suelo firme, para lo cual, requerirá buenas ondulaciones, priorizando la remoción y no el corte.

Los diámetros mayores, posibilitan que la cuchilla tenga un buen efecto de corte, y el filo, si bien siempre es necesario, no será determinante, y la remoción será aceptable según el tipo de ondulaciones que posea.

Cuando se requiere remoción superficial y corte en profundidad, una cuchilla corrugada hace un trabajo aceptable en suelos firmes.

Cuando el terreno está relativamente blando, la cuchilla de ondulaciones tangenciales (turbo), tiene la habilidad de combinar corte con limpieza de surco.

Aquí es importante mencionar, que el número de ondas de una cuchilla y el ancho o amplitud de las ondas, definen la agresividad de la cuchilla.

Para un mismo diámetro de cuchilla, la que tenga mayor número de ondas con el mismo ancho o amplitud de la misma, será la más agresiva en su efecto de remoción.

Así en el mercado existen cuchillas que poseen 20, 19 y 18 ondas, y con amplitudes que oscilan entre los 10 y 15 mm. (Figura 31)



Figura 31. Izq.: cuchilla de 20 ondas; Centro: 19 ondas; Der.: 18 ondas.

También se debe tener en cuenta que algunas cuchillas, a medida que se van desgastando y pierden diámetro, ven reducida su agresividad y su capacidad de corte.

En todo caso, se deberá trabajar de modo que las cuchillas no remuevan el terreno provocando el estallido y alejamiento de terrones de la línea de siembra, hecho que se produce con terrenos limosos o arcillosos encostrados, con baja cobertura. Para evitar el desplazamiento excesivo de material, se pueden colocar flejes laterales adosados a la cuchilla, mejorando el trabajo de la misma y posibilitando ampliar el horario de trabajo de la máquina. (Figura 32)

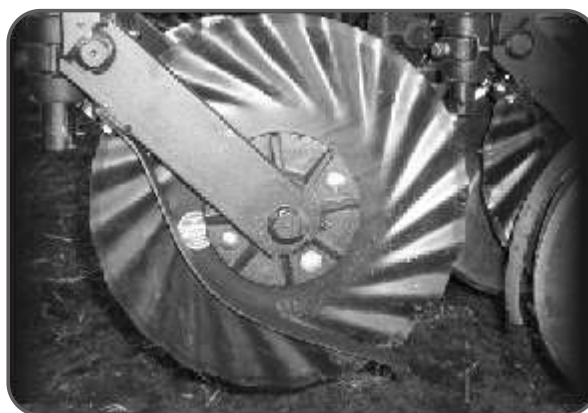


Figura 32. Flejes laterales y su posición en relación a la cuchilla; objetivo: evitar el desplazamiento de tierra alrededor del corte.

Estos flejes también son de gran utilidad cuando se trabaja en condiciones de alto volumen de residuo en suelos húmedos y adhesivos, ya que contribuyen a la limpieza de las cuchillas, y entregan un surco relativamente limpio al abre surcos.

La cuchilla puede estar fija al chasis de la máquina y será una correcta elección para aquellas condiciones de lotes parejos, con terreno firme en profundidad, y con poco huellado, o pisadas poco profundas dejadas por el tránsito en el lote. (Figura 33)



Figura 33. Izq.: Soporte de cuchilla fijo adherido al bastidor de la sembradora, Der.: Soporte de cuchilla de ángulo variable y presión constante de diseño nacional.

Este sistema permite transferir todo el peso o carga del chasis al suelo mediante las cuchillas, priorizando la remoción en terrenos relativamente uniformes.

Aquí, cuanto mayor sea el diámetro de las cuchillas, mayor habilidad tendrá la máquina para copiar irregularidades del terreno.

Existen en el mercado, alternativas de soporte de cuchillas que permiten mantener la carga constante en un intervalo reducido de copiado de más o menos 10 grados respecto de la horizontal, siendo éste un diseño nacional superador de los tradicionales (Figura arriba).

En los casos en que los terrenos sean excesivamente blandos, la opción es utilizar una cuchilla de buen filo, generalmente liso, y colocarla solidaria al pecho del carro de siembra, es decir, por delante del soporte del doble disco. (Figura 34)



Figura 34. Cuchilla de borde liso solidaria al carro de siembra.

Esta alternativa requiere que la profundidad de trabajo de la cuchilla sea más superficial que la del doble disco, que el doble disco sea de buen diámetro, y que el paralelogramo que soporta al tren de siembra sea lo suficientemente robusto para admitir buena carga y esfuerzos axiales.

Esta disposición de origen americano, no es habitual en los trenes de siembra de nuestro país, aunque es un opcional y hay que ser cuidadoso con el criterio de uso, ya que habitualmente se equivoca su regulación pretendiendo que la cuchilla de corte trabaje a mayor profundidad que el doble disco, con lo cual, se levanta el carro de siembra y se complica lograr una profundidad uniforme. (Figura 35)



Figura 35. Cuchilla solidaria al carro de siembra con profundidad de trabajo excesiva.

Es un buen sistema para terrenos húmedos, con falta de piso, con poca cantidad de residuo. Estas condiciones se dan en el sudeste bonaerense en los primeros años de siembra directa.

Se debe entender que la correcta regulación de la máquina sembradora de siembra directa de grano grueso, en este caso para Soja, comienza por la correcta profundización de las cuchillas, las que deberán hacer el trabajo principal, es decir, cortar los residuos y micro roturar el terreno en la línea.

Para ello, durante la regulación, se debe trabajar sobre el chasis de la máquina hasta lograr una correcta penetración de las mismas hasta la profundidad de corte que asegure en promedio que todas, al menos, alcancen la profundidad de siembra.

De esa manera, algunas cuchillas trabajarán en exceso, pero nunca se deberá admitir que la cuchilla no trabaje, ya que si no lo hace, el abre surcos estará realizando una función para la que no fue diseñado, acelerando el desgaste de discos, rodamientos, bujes y elementos de soporte de ruedas limitadoras de profundidad; además, una cuchilla a escasa profundidad no corta, si no que entierra los residuos y esto es sinónimo de fallas de implantación.

### **Barredores de Residuo**

Son importantes en aquellas regiones en que las condiciones de alto volumen de residuo, asociadas a elevada humedad y bajas temperaturas, hacen que el residuo se acumule y retarde su descompo-

sición, dando como resultado terrenos con temperaturas excesivamente bajas que retardan la emergencia y desarrollo posterior de la Soja.

Estas condiciones se dan en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, y el INTA Balcarce ha venido trabajando desde hace años en el desarrollo conjunto con la actividad privada en adaptaciones de barredores de residuo para distintos modelos de máquinas. (Figura 36)

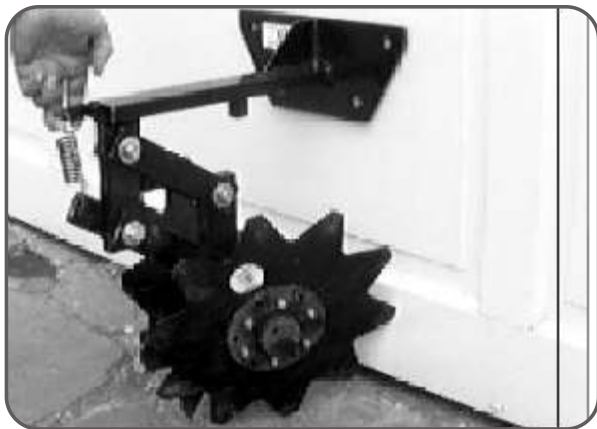


Figura 36. Barredor de rastrojos con discos tipo estrella y diseño arrastrado o traccionado.

Fundamentalmente se ha buscado que el barredor sea traccionado y no empujado por el tren de siembra, siendo esto de fundamental importancia para eliminar la posibilidad de atoraduras con residuo suelto en condiciones de falta de piso. (Figura 37)



Figura 37. Vista de un barredor de rastrojo traccionado y su ubicación en el tren de siembra.

La función del barredor de residuos tiene dos aspectos fundamentales de relevancia. En primer término, al quitar el residuo entre la cuchilla de corte y el abre surcos (esa es su correcta ubicación), permite que las ruedas laterales limitadoras de profundidad trabajen sobre terreno uniforme, haciendo un control más preciso de la profundidad de ubicación de la semilla.

En segundo término, su efecto de limpieza de la línea, posibilita que la temperatura del surco se eleve hasta 6 grados por sobre la temperatura de la zona aledaña sin barrer. (Figura 38)



Figura 38. Imagen del terreno luego del trabajo de la sembradora con barredor de residuos.

Mediante un buen barrido se logran dos efectos favorables para una correcta implantación: uniformar el copiado de las ruedas limitadoras al tomar contacto con el suelo y no con los residuos y el mayor calentamiento del suelo en la línea de siembra.

La utilización de barredores de residuo en Soja no es una recomendación que pueda generalizarse, ya que lo que se gana en limpieza y calentamiento del terreno muchas veces queda desaprovechado porque el resto de los componentes de la máquina no están en condiciones de realizar una correcta implantación.

En esos casos, es preferible demorar la siembra y esperar buenas condiciones de temperatura y humedad antes que recurrir al uso de un elemento barredor.

En INTA EEA Balcarce se logró adaptar barredores para trabajar en diversas condiciones y adaptarlos hasta en sembradoras de sistema mono disco.

### Abre surcos

El sistema de doble disco es el mayormente utilizado en sembradoras de grano grueso, siendo aquí muy importante trabajar con discos o cuchillas de gran diámetro, evitando el desplazamiento lateral de tierra, la cual, será luego pisada por las ruedas laterales limitadoras, haciendo variar la profundidad de siembra al modificar el tope balancín fijado al cuerpo. (Figura 39)



Figura 39. Típico cuerpo abridor de doble disco, con doble rueda semi neumática limitadora y doble rueda tapadora conformadora con discos escotados.



Este sistema de doble disco, requiere la carga adecuada para poder penetrar, y dicha carga será dependiente del diámetro de los discos y del trabajo previo que hizo la cuchilla de corte.

Es así que la robustez del carro de siembra estará asociada a la habilidad de corte y remoción que se le asigne a la cuchilla delantera. (Figura 40)



Figura 40. Vista del carro de siembra y los resortes de carga variable que le dan presión al abre surco de doble disco.

Actualmente existen sistemas de control de carga constante, de combinación de principios óleo neumáticos o neumáticos, que están disponibles en el mercado americano y aún no se han difundido en nuestro país, ya que la combinación que se logra con bajado de chasis de la máquina y un paralelogramo robusto que pueda soportar buenos resortes, hace que la regulación de carga de la máquina tenga un rendimiento aceptable.

Otra vez aquí es necesario resaltar la necesidad que la cuchilla delantera esté haciendo el trabajo para el cual ha sido montada.

Si la cuchilla no trabaja correctamente, el tren de siembra debe soportar cargas inapropiadas y se producen desgastes prematuros.

### **Control de profundidad**

El control de profundidad mayoritariamente es realizado por ruedas laterales envolventes al doble disco, de material engomado. (Figura 41)



Figura 41. Izk.: Rueda controladora de profundidad de caucho de ancho normal, Der.: Rueda controladora de profundidad de reducido ancho y gran largo de pisada.

Cuanto mayor sea el diámetro de la rueda, mayor estabilidad le dará al tren de siembra y podrá mantenerse la superficie de apoyo por largo de pisada y no por ancho.

El criterio de mantener superficie de apoyo por largo de pisada y no por ancho, permite que la eventual colocación de barredores de residuo, pueda mantener limpia y homogénea la zona de tránsito de las ruedas limitadoras.

En el caso de trabajar sin barredores, la reducción del ancho de las ruedas laterales manteniendo el diámetro permite concentrar la carga del cuerpo, dando así mayor penetración al mismo, aunque en esta situación se deberá evaluar la resistencia del sistema de soporte de las ruedas limitadoras.

Las ruedas laterales que poseen un canal o depresión en la zona aledaña al disco de siembra, posibilitan que el desplazamiento lateral de suelo quede localizado y sea posteriormente captado por las ruedas tapadoras, de modo que permita ubicarse sobre el surco abierto previamente (Figura 42).



Figura 42. Vista de rueda tapadora, nótese la depresión aledaña al disco abridor.

Como ventaja adicional de este tipo de ruedas laterales, se obtiene una menor compactación del terreno en la zona aledaña al surco de siembra, mejorando además el trabajo de las ruedas tapadoras.

El control de profundidad trasero se discutirá en las sembradoras integrales de grano fino.

### **Fijación de la semilla en el fondo del surco**

Es fundamental y deberá hacerse siempre, dado la escasa profundidad de siembra de Soja y que esta semilla necesita adquirir el 50% de su peso en agua para iniciar la germinación. El buen contacto semilla/suelo, asegura mayor porcentaje y uniformidad de emergencia.

Los elementos que lo hacen posible son las ruedas apretadoras o las lengüetas afirmadoras (colas de castor). (Figura 43)





Figura 43. Izk.: Ruedas apretadoras, Der.: lengüetas apretadoras (Cola de castor).

Como norma general, puede decirse que si el surco se desmorona entre el pasaje del doble disco y el de las tapadoras, la condición es óptima para trabajar con ruedas apretadoras de semilla.

Si el surco queda abierto hasta el paso de las tapadoras, será un surco para lengüeta afirmadora.

La rueda apretadora deberá tener el mayor diámetro y el menor ancho posible, ya que se requiere baja velocidad de giro y apretado sobre la semilla, y no sobre toda la sección lateral al surco.

Estos requerimientos son difíciles de lograr ya que hay muy poco espacio entre abre surcos y ruedas tapadoras, pero los fabricantes nacionales han trabajado al respecto y hoy pueden verse ruedas de diámetros aceptables con bordes engomados que cumplen con los requerimientos. (Figura 44)



Figura 44. Rueda apretadora con bordes engomados con reducido ancho de pisada.

Como premisa, se debe contemplar la necesidad de la anulación de la rueda apretadora si las condiciones de terreno favorecen el cargado de barro.

El material de construcción de la rueda apretadora de semillas define su habilidad para transitar sin atorarse en los distintos tipos de suelo cuando hay elevadas humedad del suelo. Existen en el mercado ruedas de polietileno, caucho y también con banda externa de acero inoxidable siendo este el rango de utilización desde texturas mas gruesas a mas finas de suelo. (Figura 45)



Figura 45. Rueda apretadora con banda externa de acero inoxidable.

Asimismo se deberá prestar especial atención a los rodamientos de las ruedas apretadoras y su sistema de soporte, ya que, si estos toman juego, las oscilaciones laterales de la rueda deformarán el fondo de surco, ensanchándolo, con desplazamiento de semilla, complicando el correcto posicionamiento de la misma, el soporte de la rueda fijadora de semilla en lo posible debe construirse de forma tal que la misma sea traccionada en lugar de empujada.

La cola afirmadora será efectiva siempre y cuando el fondo de surco esté blando y pueda ejercer presión sobre la semilla para que se ancle en el suelo, ya que si el fondo de surco está duro, la semilla puede desplazarse, cambiando el espaciamiento sobre la línea.

Tampoco tiene sentido trabajar con una cola afirmadora alejada en demasía de la zona de caída de la semilla, ya que, si el surco se desmorona, la presión ejercida por la cola es despreciable y su trabajo será nulo.

En general, la cola afirmadora ha demostrado tener habilidad para aquellas condiciones predominantes de suelos adhesivos y húmedos al momento de la siembra, teniendo adicionalmente la ventaja de alinear el posible residuo remanente en el fondo de surco, favoreciendo el contacto semilla suelo.

Cuando se coloca una cola afirmadora, debe evitarse tomarlo exclusivamente del tubo de bajada de semilla, ya que, de esa manera se evita que los movimientos que se generan al hacer contacto con el suelo se transmitan hacia el tubo y generen rebotes de las semillas. Estos rebotes retrasan o adelantan la llegada de la semilla al suelo originando desuniformidad en la distribución en el fondo del surco.

### **Tapado del Surco**

El trabajo del tren de siembra culmina cuando se produce el tapado del surco. Esta operación es muy importante, porque además de tapar la semilla, define la profundidad final a la que la semilla se encuentra respecto de la superficie.

Las ruedas tapadoras de surco generalmente son tenidas en cuenta cuando no realizan la labor de tapado correctamente y queda el surco a medio cerrar, pero nadie presta atención a las mismas cuando van saltando y entregan material sobre la línea de siembra de manera irregular.

No solamente es tensión de resortes lo que requieren sino que deben mantener una distancia uniforme en todos los surcos respecto del centro de la línea de siembra, y conservarla.

Para ello, los bujes de soporte de sus brazos deben estar en buena condición de mantenimiento y sin desgaste, para que las ruedas no oscilen lateralmente. Asimismo, se debe verificar que los rodamientos giren libremente y que el juego permitido no sea excesivo. Muchas veces, en condiciones de residuo desuniforme, las estrellas que se adosan a las tapadoras terminan perjudicando lo bueno que realizaron los abre surcos con las limitadoras laterales, ya que las estrellas hacen que se entregue distinta cantidad de material para tapar, obteniéndose una profundidad aparente. La profundidad aparente es producto de ubicar las semillas en la posición correcta respecto de la superficie (correcta regulación de cuchillas, ruedas laterales y tensión de resortes), pero al tener distinto volumen de material aportado sobre ellas, por las tapadoras, resulta en una profundidad de siembra desuniforme.

**En resumen:** las tapadoras mal reguladas determinan irregularidad en la profundidad de siembra. En la figura siguiente puede verse que en el caso **a**, la profundidad es constante al trabajar en plano. En el caso **b**, existe un correcto copiado del terreno y se mantiene la profundidad de siembra. En el caso **c**, se produce la llamada profundidad aparente, la cual, es determinada por una incorrecta regulación de las tapadoras que entregan material en forma desuniforme sobre el surco de siembra. (Figura 46)

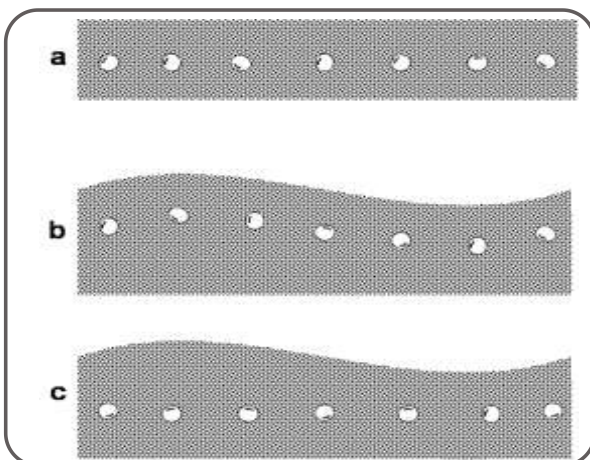


Figura 46. Profundidad aparente.

Respecto de los sistemas de tapado, hay que considerar que la semilla de Soja, para emerger saca los cotiledones a la superficie, por lo tanto, es muy susceptible al encostramiento o planchado y al exceso de apretado sobre la línea de siembra; por lo tanto, se deberá evitar compactar el terreno sobre la semilla.

El sistema de ruedas gemelas biseladas permite realizar un tapado sin compactar la zona inmediata sobre la semilla. El complemento de discos estrellados exteriores permite darle penetración y favorece el desmoronado del surco en condiciones de terreno con excesiva resistencia. (Figura 47)



Figura 47. Ruedas tapadoras gemelas de caucho biselado.

La ventaja adicional de las ruedas biseladas radica en que no ofrecen puntos críticos para la adherencia de material cuando se le adosan discos estrellados, ya que no se forma entre la banda de caucho y el disco metálico un ángulo agudo sino uno obtuso que facilita la descarga de barro. (Figura 48)



Figura 48. Rueda tapadora de caucho biselado con disco estrellado adosado.

Para obtener mayor información sobre ruedas tapadoras de surco elaborado por el autor puede dirigirse a la Web:

[Wwww.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/máquina/sembradoras.htm](http://Wwww.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/máquina/sembradoras.htm)

## Sembradoras de grano fino - Soja

Dada la plasticidad de la Soja para adaptar la arquitectura del cultivo a los distintos requerimientos de ambiente, la sembradora usualmente destinada a la siembra de granos finos, es utilizada habitualmente para su implantación.

Este tipo de máquinas permite trabajar con hileras o surcos a menor espaciamiento, práctica requerida donde las condiciones de falta de luminosidad, profundidad de suelo y aprovechamiento del uso del agua así lo requieran.

### Distribuidores para sembradoras grano fino - Soja

Los distribuidores de semilla son fundamentalmente de tres tipos (Figura 49):



Figura 49. Distribuidores: Izk.: Rodillo acanalado, Centro: Roldada, Der.: Chevrón.

Dada la fragilidad del tegumento de la semilla de Soja, al trabajar con sistema de distribución de rodillo acanalado, se deberá priorizar la baja velocidad y máxima apertura del rodillo. En algunos casos, esta combinación genera que se obtengan pulsos de semilla. La solución encontrada para evitar una distribución desuniforme o pulsante de semilla, es cortar a bisel la membrana reguladora de caída de semilla, lo cual, es posible solamente en algunos de los tipos de distribuidor de rodillo disponibles en el mercado.

El sistema de Roldana y el de Chevrón han mostrado ser eficientes en la distribución de semilla, con posibilidades de darle un tratamiento delicado a la misma, aunque el distribuidor Chevrón posee cierta intermitencia de entrega en bajas densidades.

### Tubos de Bajada

Los tubos de bajada de las máquinas de grano fino nacionales, generalmente son de caucho corrugado. Los movimientos oscilatorios de dichos tubos, las excesivas curvaturas de los mismos o las eventuales roturas, hacen que el trabajo del distri-

buidor se vea opacado por un sistema de conducción ineficiente.

Actualmente existen en el mercado tubos de bajada de goma, con un labio o pollera interior que reduce en parte el efecto de rebote o retención de semilla. (Figura 50)

Asimismo están disponibles también tubos telescópicos de material plástico que combinados con fuelles corrugados disminuyen el efecto de rebotes y retardos en la caída de la semilla. (Figura 50)



Figura 50. Izk.: Caño de bajada de goma con pollera interna., Der.: Tubos de bajada telescópicos (tendencia superadora).

En todo caso, se deberán extremar las precauciones sobre el largo, ancho, sujeción, obstrucciones, y todo impedimento que interfiera sobre la caída libre de la semilla.

### Sistema de Paralelogramo

Es conveniente que las sembradoras de grano fino destinadas a la siembra de Soja posean un sistema de vinculación del abre surcos al chasis mediante paralelogramo deformable; en caso de no contar con paralelogramo, el brazo de fijación debe ser lo más largo posible, para evitar grandes variaciones del ángulo de trabajo al copiar los relieves del suelo. (Figura 51)



Figura 51. Sembradora de grano fino con paralelogramo deformable.

El sistema de paralelogramos, al igual que en las sembradoras de grano grueso, permite un buen copiado del micro relieve de modo de facilitar el proceso de control de profundidad.



## Abre surcos

Dado el sistema radicular pivotante de la Soja, todo lo dicho para sembradoras de grano grueso respecto del sistema de doble disco es válido para las de fino, con el agregado que en este caso, será importante la distancia entre planos de abre surcos, ya que al disminuirse las distancias, se complica el desahogo o pasaje de material de cultivos anteriores entre trenes de siembra. (Figura 52)



Figura 52. Cuerpos de siembra de una sembradora de grano fino. Nótese: la adecuada distancia entre los cuerpos.

En el caso de sistemas mono disco, es importante diferenciar que una cosa es el tránsito que facilita el mono disco y otra cosa es una correcta implantación.

El sistema mono disco, en una sola operación corta el residuo y abre el surco. Esta operación, en condiciones de humedad puede provocar que las paredes laterales del surco queden excesivamente lisas o fratachadas y se vuelvan vidriosas al momento de la pérdida de humedad del surco (Figura 53).



Figura 53. Sistema abridor monodisco típico.

En este caso, son frecuentes las pérdidas de plantas durante la emergencia, ya que las raíces no encuentran facilidad de penetración hacia el fondo del

surco ni hacia los laterales, agotando sus reservas y no emergiendo.

Es por ello que habitualmente se busca trabajar por delante del mono disco en Soja, colocando un sistema de cuchillas que remueva la línea (lateral y en profundidad), por dónde transitará el abre surcos, evitando el citado fratachado.

Están disponibles kits comerciales, con paquetes de cuchillas, adaptables a las distintas marcas que trabajan con sistemas mono disco. (Figura 54)



Figura 54. Izq.: Paquete de cuchillas adaptable a sembradoras con sistema abridor de monodisco; Der.: Paquete de cuchillas para sistemas monodisco de fábrica.

Incluso algunos fabricantes de sembradoras, dan como equipamiento opcional un paquete de cuchillas delanteras de marca propia para tal fin (Figura arriba).

Ahora la mayoría de los fabricantes de sembradoras que en un primer momento comercializaban con exclusividad sus máquinas con abre surcos de sistema mono disco, están ofreciendo sistemas alternativos con cuchilla delantera y doble disco.

**Aclaración:** el tren de siembra monodisco presenta un alto grado de aceptación en la zona de suelos vertisoles de la provincia de Entre Ríos, donde por su baja agresividad resulta favorable para la implantación de la Soja y otros cultivos.

Desde principio del año 2004 está presente en el mercado un sistema de mono disco cónico, que es conocido como Sistema Romagnoli llevando el nombre de quien lo patentó. (Figura 55)

Este mono disco, posee una leve concavidad de aproximadamente 5 cm y unos 8 grados, dándole al mono disco la habilidad de enfrentar de forma normal el corte de residuo y el surco, generando un desgarramiento en profundidad que disminuye el efecto de fratachado.





Figura 55. Nuevo sistema de mono disco cónico.

Requiere para su funcionamiento de una rueda limitadora especial, con un canal que aleja del surco abierto su punto de apoyo (Figura arriba).

Este sistema mejora la habilidad del mono disco tradicional para transitar, facilitando el desmoronamiento del surco y reduciendo el fratachado. Si bien ha tenido buena adaptación en el centro y norte del país, los resultados de su utilización son aleatorios en condiciones de alta humedad en el sur de la región pampeana (sudeste bonaerense).

Respecto de lo dejado pendiente sobre el control trasero de profundidad al hablar de sembradoras de grano grueso, puede decirse que este tipo de control soluciona en parte la poca distancia entre trenes de siembra en el plano lateral de algunos fabricantes. Asimismo, al constituir un tren de siembra más angosto, facilita el tránsito en condiciones de falta de piso con abundante residuo en superficie. (Figura 56)



Figura 56. Sistema de control trasero de profundidad.

La distancia entre las tapadoras-reguladoras de profundidad y el punto de caída de la semilla es un tema que como se sabe no permitirá hacer un control muy preciso, pero la elección del sistema responde a una situación de compromiso entre tránsito, despeje y control de profundidad.

No obstante, se debe tener en cuenta que al trabajar con control de profundidad mediante las tapadoras, el doble disco desplaza material de suelo hacia los laterales que no puede ser retenido al no existir las ruedas laterales. Es necesario entonces que el diámetro de los discos que conforman el abre surcos sea lo suficientemente grande como para que el cruce de los discos sea mínimo.

Figurativamente, el doble disco desplaza material hacia ambos laterales como si fuera la proa de un barco, elevando primero el suelo y luego separándolo de la línea.

Un par de discos de buen diámetro, asociados a un sistema de tapado que no trabaje con suplementos dentados (realizan excesiva remoción y pueden mover la semilla de su posición aireando el suelo), sino con ruedas de banda biselada es una opción a tener en cuenta. (Figura 57)



Figura 57. Ruedas tapadoras biseladas como sistema de control de profundidad trasero.

### ***Fijación de la semilla en el fondo del surco y tapado del surco***

Respecto de apretado de semilla y tapado, es válido todo lo discutido para sembradoras de grano grueso, aunque para condiciones de alta humedad frecuentes al momento de la siembra, en donde el mono disco permite un buen equilibrio entre tránsito y calidad de planteo, el trabajar con suplementos

tos estrellados del tipo barredor de residuo como aditamento lateral a las ruedas tapadoras de fundición, desarrollado en conjunto entre INTA Balcarce y la industria privada, ha mostrado tener un efecto tapador eficiente y a su vez un desmoronado de los laterales de la pared de surco que disminuye el efecto del fratachado. (Figura 58)



Figura 58. Izq.: Rueda tapadora de diseño estrellado que cumple además funciones de apretado de la semilla. Der.: Detalle de la rueda tapadora con suplemento dentado tipo barredor.

El trabajo de estos suplementos del tipo barredor, producen un efecto de “zurcido” del surco, eliminando el común cerrado “al ojo” del surco dejando una especie de túnel o cámaras de aire.

## AIR DRILLS

Las sembradoras de gran ancho de labor con distribuidores a chorillo y conducción de las semillas mediante una corriente de aire, se han vuelto bastante populares en los últimos tiempos, ya que la siembra de Soja en algunos ambientes requiere de celeridad en la operación, ya sea por exceso de humedad o por falta de ella. (Figura 59)



Figura 59. Sembradora Air Drill.

En estos casos, la capacidad de trabajo que brinda una sembradora de este tipo facilita la operación de siembra manteniendo los grupos de madurez inferiores de Soja, dentro de las fechas de siembra adecuadas, especialmente en el sur de la provincia de Buenos Aires.

En un primer momento las sembradoras utilizadas eran con sistema mono disco y de origen americano o canadiense, aunque en la actualidad existen varias marcas nacionales que están presentes en el mercado, e incluso el primer sistema Air Drill con doble disco abre surcos y sistema de vinculación al

chasis mediante paralelogramo usado en la Argentina fue de fabricación nacional. (Figura 60)



Figura 60. Sembradora Air Drill con doble disco abre surcos y sistema de paralelogramo de fabricación nacional.

En estos sistemas se debe regular en forma precisa el caudal de aire, ya que un exceso de aire generará posibles daños al tegumento de la semilla de Soja, disminuyendo la eficiencia de implantación.

Existen fabricantes que proveen aditamentos conductores que suavizan el golpe de la semilla al llegar a las “arañas” distribuidoras. (Figura 61)



Figura 61. Sistema de distribución de semilla tipo araña con suavizador de impacto especial para semilla de Soja.

Un fabricante nacional, se ha diferenciado del resto enviando desde un distribuidor central un tubo hacia cada línea de siembra, y colocando un depresor de aire del tipo ciclón sobre cada tubo de bajada. (Figura 62)



Figura 62. Detalle de ciclón que posibilita la pérdida de velocidad de la semilla y salida del aire sobre cada tubo de bajada.

Este sistema actualmente ha sido perfeccionado de modo de trabajar con un cepillo interno de modo de evitar la demora de caída de semillas, mejorando la distribución sobre la línea de siembra. (Figura 63)

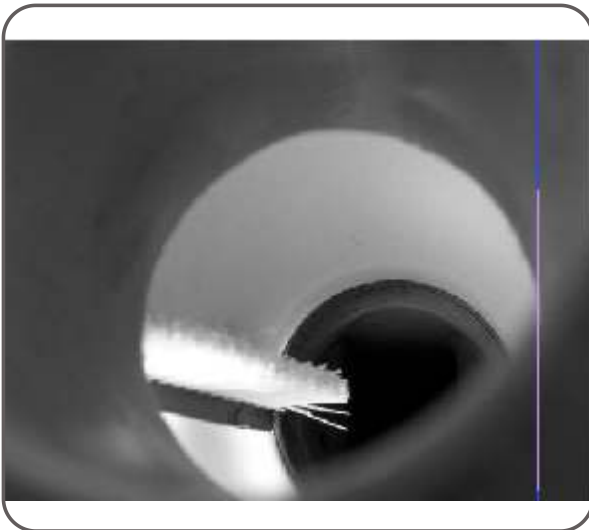


Figura 63. Detalle del cepillo dentro del ciclón, que mejora la entrega de semilla en este tipo de máquina de origen nacional.

### Tendencias

El sistema de conducción neumática en la siembra de Soja de segunda pareciera ser una de las tendencias crecientes en el mercado dada la necesidad de apresurar la siembra hacia el sur y oeste de la región pampeana. (Figura 64)



Figura 64. Sembradora Air Drill americana de gran ancho de labor y autonomía.

Asimismo, la incorporación de paralelogramos a este tipo de sembradoras y a las de granos finos tradicionales, permite un copiado de terreno que favorece la implantación del cultivo. (Figura 65)



Figura 65. Sembradora Air Drill con tren de siembra paralelogramo y doble disco con cuchilla de corte.

Este sistema de paralelogramo, asociado al bajado de chasis de las sembradoras de grano fino, permite que se pueda transferir todo el peso de las máquinas hacia las cuchillas labradoras facilitando su penetración en terrenos con alta resistencia. (Figura 66)



Figura 66. Sembradora con sistema de paralelogramo y chasis a baja altura.



Existen en el mercado sistemas que trabajan en forma de barras portaherramientas flotantes montadas sobre grandes paralelogramos que permiten un copiado aceptable del terreno de las cuchillas, y a su vez, los abre surcos están montados sobre un segundo paralelogramo individual facilitando el copiado del micro relieve; además esta configuración, de buena separación entre plantas, facilita el desahogo de residuos. (Figura 67)



Figura 67. Sembradora con sistema abre surco montado en paralelogramo secundario, buen desahogo de residuos.

Ya se fabrican máquinas duales que permiten trabajar tanto en fina como en gruesa con sistema de paralelogramo y con la opción de la distribución monograno de semilla de Soja (y otros cultivos de grano grueso). En el caso de Soja, pudiendo utilizar distribuidores monograno, acercando hileras, se podría ahorrar hasta un 20 % de semilla. (Figura 68)



Figura 68. Sembradora con sistema dual y paralelogramo.

### **Cultivo intercalado**

Si bien no es una novedad, en los últimos años ha recobrado vigencia la técnica de solapar el cultivo de Soja (y actualmente también Maíz) al de Trigo.

Para ello, en aquellas zonas en donde por latitud y condiciones de luminosidad y temperatura no es segura la técnica de sembrar Soja luego de la cosecha de Trigo, dicha siembra se realiza dentro del cul-

tivo de Trigo a partir del estado fenológico de grano lechoso. (Figura 69)



Figura 69. Siembra de Soja en forma solapada sobre Trigo.

Para ello, durante la siembra de Trigo se obturan algunos tubos de bajada de la sembradora de fino y con ello se obtienen dos o tres hileras de Trigo y una no. (Figura 70)



Figura 70. Cultivo de Trigo con tubos de bajada obturados en forma intercalada para una futura siembra solapada de Soja.

En las hileras no sembradas, luego se introduce la misma máquina pero intersembrando la Soja, de forma que cuando el Trigo es cosechado, la Soja ya está implantada aproximadamente un mes antes.

La firma Monsanto y una firma nacional fabricante de sembradoras han sido en estos últimos años los impulsores de este tipo de intersembrado, y el desarrollo de la máquina específica fue realizado en la zona de Balcarce, Provincia de Buenos Aires. (Figura 71)





Figura 71. Máquina intersebradora específica para la siembra en forma solapada de Soja sobre Trigo.

Existen actualmente varias máquinas de fabricación artesanal y durante la última campaña de siembra, se ha desarrollado una máquina de conducción neumática (air drill), que permite intersembrar Soja con espaciamientos entre líneas de 52,5 cm., 63 cm. y 70 cm. ya sea con una arquitectura del cultivo prevista de 2 x 1 (dos surcos de Trigo y uno de Soja) a 17,5 o a 21 cm., o de 3x1 a 17,5 cm. (Figura 72)



Figura 72. Sembradora Air Drill para siembra de Soja solapada en Trigo.

## Monitores de siembra

Por último, es importante remarcar la necesidad de realizar controles permanentes a la sembradora durante la operación de siembra, ya sea, en lo inherente a la distribución o al funcionamiento del tren de siembra.

Para ello, existen actualmente varias firmas nacionales que tuvieron rápida reacción ante los cambios de mercado acontecidos luego de la salida de la convertibilidad y se posicionaron con elementos electrónicos de fabricación nacional que permiten

un muy buen control durante la siembra. (Figura 73)



Figura 73. Monitores de siembra de origen nacional.

El monitor de siembra se vuelve indispensable en aquellos planteos que requieren celeridad en la operación, especialmente en las siembras de Soja de segunda, si bien son necesarios en todas las situaciones.

Dado el costo de los insumos y de la importancia que requiere sembrar en época, la ayuda de un monitor de siembra permitirá al tractorista relativizar la preocupación que le impone permanentemente ir verificando el movimiento de los mandos de la sembradora, el tapado de alguna línea de bajada o la ausencia de semilla en la tolva.

Hoy el monitor de siembra permite controlar línea por línea, verificar densidades, velocidad de siembra, movimiento de mandos, y su compatibilidad con los equipos de GPS existentes en el mercado permiten tener un mapa de velocidad, densidad de siembra y distribución de semillas.

Es importante destacar el trabajo de varias firmas nacionales como lo son D&E, Landtech, Agrometal, Abelardo Cuffia, etc. (Figura 74)



Figura 74. Monitores de siembra nacionales de última generación.

Lantech, una empresa de Río IV (Pcia. de Córdoba) en lo que respecta a los monitores de siembra han logrado gran precisión en los datos que se toman en el caño de bajada de la sembradora dado que desarrollaron un lector que consta de un led infrarrojo con 3 fotosensores / 3 fototransmisores. Es un sistema digital, lo cual, marca un avance frente al analógico. Al ser 3 foto sensores la ventaja es que puede leer semilla y no basura o tierra, además de tener una vida útil mayor. El monitor trabaja con 128 Mb de memoria lo que permite almacenar gran cantidad de datos de siembra.

Otro de los productos al cual se le puede prever un gran futuro en la faz agrícola es el monitor registrador de labores RG500 que tiene la posibilidad de ser utilizado en diferente tipo de maquinaria según la labor que nos toque realizar en el campo. Por ejemplo, puede registrar y mapear el trabajo realizado durante la siembra, pulverización, refertilización y cosecha. Los datos que registra son los de velocidad de trabajo, posición instantánea, paradas y cualquier otro dato que se requiera registrar, tal como rendimiento de cosecha, velocidad de cosecha, humedad y flujo de grano durante la cosecha, etc. y

cantidad de litros por hectárea cuando se trata de pulverización. Durante la siembra almacena todo los datos tomados por el monitor de siembra como pueden ser la densidad, fallas de siembra, etc.

Estos monitores registradores son muy útiles para hacer un control de trabajos realizados, y tienen la simplicidad que los puede controlar una sola persona que puede bajar los datos que se almacenaron en una tarjeta flash que va en el registrador a una PC donde se tiene el programa específico que puede graficar esos datos y hacer un mapa de siembra, velocidad de cosecha, pulverización, etc.

*Observación: Material extraído del manual técnico N° 3 (Soja: Eficiencia de Cosecha y Postcosecha), editado por el INTA PRECOP y que se encuentra disponible en forma gratuita en [www.cosechaypostcosecha.org](http://www.cosechaypostcosecha.org).*



## Aspectos prácticos para mejorar la eficiencia en la aplicación de agroquímicos

Ing. Agr. Mario Bogliani (mbogliani@cniia.inta.gov.ar) - Ing. Agr. Gerardo Masiá - Ing. Agr. Agustín Onorato Instituto de Ingeniería Rural. INTA Castelar

### Introducción

El uso racional de los fitosanitarios desde el punto de vista económico y ambiental en la agricultura esta íntimamente relacionado con los métodos de aplicación empleados. El uso eficiente de insumos de alto costo en la producción, con un elevado riesgo potencial sobre el medio -conocidos como productos para protección de cultivos-, es para el país un tema de gran importancia debido a que influye en la eficacia de los tratamientos fitosanitarios y en la calidad y seguridad alimentaria, cada vez más exigidas por los consumidores. Interesa también por los problemas ambientales que ocasionan, los nuevos requerimientos para la exportación de productos y la presión existente por estar en línea con los países desarrollados, que marcan la línea límite de la propuesta. Mejorar el conocimiento de los agricultores, aplicadores y profesionales, resultará en cambios en su actitud sobre la aplicación y el uso de fitosanitarios, si existe una suficiente accesibilidad hacia estas mejoras.

En las actuales circunstancias, el nivel de pérdida alcanzado por la pulverización de fitosanitarios es inadmisibles, desde la óptica del manejo sustentable y eficiente de control de plagas, malezas y enfermedades, de la preservación de la integridad del operador y respetuosa del medio ambiente.

Las evaluaciones de pérdidas globales de cosecha provocadas por la competencia de estos organismos, según estimaciones de algunos Organismos Internacionales, están en el orden del 10% al 15% de la producción bruta (Banco Mundial, Centro de Investigaciones FAO, 2004), en el caso argentino, sobre un total de 84 millones de toneladas al año (pronóstico de la campaña 2004/2005 de la SAGPyA). Esto llevado al plano económico en los principales cultivos (Soja, Trigo, Maíz, Girasol y Sorgo) equivaldría a más de U\$S 1.800 millones, a consecuencia de controles inexis-

tentes y/o deficitarios por diversas razones tales como: forma, momento, dosis de aplicación y principios activos inadecuados (Ploper, 2003).

Por las razones detalladas precedentemente, es necesario conseguir una elevada eficiencia en las operaciones de distribución en todos aquellos tratamientos realizados a partir de decisiones agronómicas razonadas (Emilio Gil, 2004).

Esta exigencia la podemos basar en cinco puntos clave:

1. Aumentar la eficiencia de la aplicación de fitosanitarios.
2. Limitar los efectos no deseados (contaminantes) de los tratamientos reduciendo las pérdidas por deposición de productos fuera del blanco (sobre el suelo o por desplazamiento lateral del producto más allá de la superficie objetivo).
3. Limitar el riesgo que pueden representar para el aplicador las operaciones de distribución.
4. Minimizar los niveles de residuos químicos sobre los productos agrícolas.
5. Lograr la aplicación de la dosis recomendada con eficacia por unidad de superficie cultivada, mejorando la distribución sobre el objetivo que queremos proteger.

### ¿Qué define una buena aplicación?

La eficacia de un tratamiento depende fundamentalmente de cinco factores:

- \* Buena calidad de agua.
- \* Efectividad del producto empleado.
- \* Momento oportuno de aplicación.
- \* Condiciones ambientales.
- \* Homogeneidad en la distribución.



## **Buena calidad de agua**

Es de extrema importancia y de él dependen varios aspectos atinentes al éxito de la aplicación, la durabilidad de las pastillas y del estado general de su equipo de pulverización.

La dureza y el pH del agua (alcalina o ácida) provocan en algunos herbicidas totales (glifosato/sulfosato) modificaciones en su principio activo, por lo cual el producto pierde efectividad. Están disponibles en el mercado numerosas sustancias correctoras para adecuar el pH a los requerimientos de los agroquímicos. Otro de los aspectos importantes son las suspensiones inorgánicas que pueda contener, como ser limos y arcillas. Estos elementos son extremadamente abrasivos y generan un desgaste acelerado de los mecanismos de precisión (caudalímetros, manómetros, reguladoras de presión) y de los orificios de las pastillas. Por último, las suspensiones orgánicas del tipo algas/líquenes, restos de hojas, etc. que pueden estar presentes en los estanques; si al momento de la carga del tanque no son eliminadas por los sistemas de filtrado, provocan taponamiento en bombas, filtros y pastillas.

## **Efectividad del producto empleado**

Tiene relación con la elección acertada del producto para el control de plagas, malezas y enfermedades. Los plaguicidas aplicados correctamente no deben fallar, ya que existe una inversión millonaria por parte de los laboratorios y muchos años de investigación antes de enviarlos al mercado agrícola. Puede contribuir a mejorar la efectividad del producto el uso de coadyuvantes o aceites minerales que mejoren la adherencia del mismo al objetivo que se pretende controlar. En relación al producto en sí, hay que tener la certeza de su origen y desconfiar de las ofertas muy llamativas ya que pueden ser adulterados. Además, los envases comercializados deben ser herméticos y con los precintos sanos.

## **Momento oportuno de aplicación**

Es de vital importancia, ya que el éxito o fracaso del tratamiento dependerá del momento de la aplicación y esto tiene que ver con el estado del crecimiento o desarrollo de las malezas o plagas e insectos y con la mayor o menor sensibilidad de acuerdo a ello.

## **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales son de vital importancia al momento de decidir el tipo de tecnología a utilizar, según velocidad de vientos, temperatura y humedad relativa.

## **Homogeneidad en la distribución**

La homogeneidad de la aplicación se logra mediante una buena regulación de la pulverizadora, pero esto no es suficiente, pues también es indispensable un buen mantenimiento del equipo y sobre todo un manejo correcto del mismo.

## **Preparándonos para pulverizar**

Antes de comenzar la campaña de tratamiento y para evitar sorpresas desagradables, es necesario preparar y controlar el equipo con objeto de dejarlo en perfectas condiciones de utilización.

### **Antes del tratamiento**

Es necesario:

- \* Asegurarse de que se dispone de cantidad suficiente del producto elegido.
- \* Demarcar el campo, o marcar las líneas por las que pasará el equipo.
- \* Eventualmente informarse de la situación meteorológica que se espera a corto plazo (el día del tratamiento y antes de preparar el caldo).
- \* Se debe leer atentamente las recomendaciones de empleo para poder, en función del tiempo y del estado de desarrollo de las plagas, maleza o enfermedad, determinar la oportunidad del tratamiento.

Asimismo, se deben tomar otras precauciones que afectan a:

- ==> Las mezclas consideradas (fitosanitarios con fertilizantes o plaguicidas entre sí).
- ==> La dosis de aplicación, que debe estar en función de las pastillas y de la presión utilizada.

### **Preparación final del caldo**

Es necesario siempre, preparar la cantidad más o menos exacta de plaguicida a aplicar, a los efectos de evitar que quede caldo sobrante una vez finalizado el tratamiento.

Es aconsejable cargar el tanque no más de la mitad de su capacidad, poner en marcha el equipo sin pulverizar e ir agregando el plaguicida por la boca del tanque o por los sistemas de incorporación que disponga. Finalmente entonces completar el tanque con agua.

## **¿Cómo regulo mi pulverizadora?**

Antes de proceder a regular las pulverizadoras se deben leer atentamente las instrucciones del producto que se va a aplicar, para conocer el volumen de agua por hectárea recomendado. Una vez observado esto, realizar entonces las comparaciones y verificaciones que se indican a continuación.

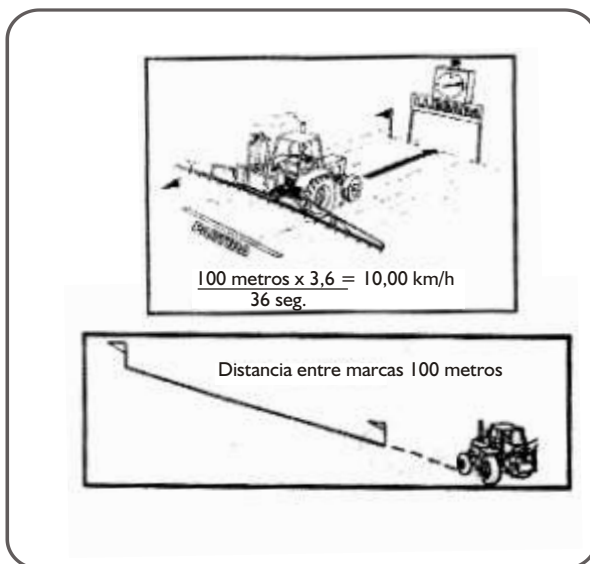
### **Controlando la velocidad de avance del equipo**

En el caso de las pulverizadoras de arrastre o suspendidas no es suficiente controlar la velocidad del tractor con el cuenta revoluciones (r.p.m.), o en base a lo que indique el manual del mismo con relación a los cambios de marcha. Lo mismo ocurre en los equipos autopropulsados que no disponen de radar para medir la velocidad. Lo que se debe hacer realmente es medir la velocidad con la pulverizadora, con medio tanque lleno y con el botalón desplegado; en general, la velocidad real será distinta.

Para obtener la velocidad expresada en km/h se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{espacio recorrido (m)} \times 3,6}{\text{Tiempo (seg.)}}$$

Ejemplo:



$$100 \text{ metros} \times 3,6 = 10,00 \text{ km./h.}$$

$$36 \text{ seg.}$$

### Verificando las pastillas pulverizadoras

Las pastillas son elementos básicos para una correcta uniformidad de distribución del producto sobre el cultivo y/o suelo. El volumen del líquido pulverizado, el tamaño de gota y la distribución sobre la superficie, influyen sobre los resultados en la lucha contra las plagas, malezas y enfermedades. Para su elección, deberán tenerse en cuenta los diversos factores que hacen a los diferentes tipos de pulverización.

Para seleccionar adecuadamente las pastillas y saber si su funcionamiento es el correcto se harán las operaciones que se describen a continuación.

En primer lugar se debe elegir el tipo y modelo de pastilla de acuerdo al volumen que se va a pulverizar por hectárea, el producto, la plaga y el cultivo

a tratar. Para ello se deberán consultar las tablas de los fabricantes e importadores de pastillas. Hoy el mercado ofrece pastillas de abanico plano convencionales, de baja deriva y de rango extendido con diferentes ángulos de trabajo (65°, 80°, 110°), siendo los dos últimos los más utilizados, doble abanico, cono hueco y lleno, espejo y asistidas por aire. Éstas se presentan en diversos materiales de fabricación: plástico, latón (bronce), kematal, POM, termoresina, acero inoxidable y alúmina (cerámica).

La medición del caudal pulverizado de las pastillas debe hacerse a la presión indicada por el fabricante y siempre con agua limpia. Los métodos más usados son las jarras graduadas o los caudalímetros de caudal constantes.

Sea cual sea el método elegido, se anota el caudal de cada pastilla, se suman los caudales y se saca el caudal promedio. Aquellas que presenten desviaciones de más o en menos del 10% del valor de la media, deben ser sustituidas por otras nuevas. La presión, es conveniente verificarla en los portapicos, ya que puede haber diferencias entre ellos debido al mal dimensionamiento de las cañerías de alimentación u obstrucciones. Los puntos de medición son la parte central y en ambos extremos del botalón.

Hay que tener en cuenta que la limpieza cuida-



dosa de una pastilla obstruida puede marcar la diferencia entre una dosis correcta o una sub o sobredosis. Bajo ningún concepto se recomienda el uso de objetos metálicos (clavos, alambres) para limpiar las pastillas ya que esto provocarán una deformación del orificio que no se puede apreciar a simple vista. Esto trae aparejado una incorrecta distribución de producto y un aumento de la dosis del fitoterápico. El elemento que se debe utilizar para efectuar la limpieza es un cepillo de cerda dura similar al de dientes o con aire comprimido.

### Analizando la distribución.

A los efectos de analizar la distribución del botalón están disponibles una serie de bandejas colectores de diferentes tamaños (1 y 3 metros). En caso de no disponer de ningún elemento de recolección, es suficiente observar la pulverización a contrasol y verificar los diagramas de distribución, si no pre-



sentan rayones notorios o la superposición entre ellos no es la adecuada.

### Evaluando la distribución en el campo

Uno de los métodos que existe en la actualidad para valorar el espectro de la pulverización son las tarjetas hidrosensibles; éstas permiten, una vez efectuada la pulverización, poder contar el número de gotas y apreciar el tamaño promedio de las mismas. A partir de esta información se puede caracterizar el tipo de aplicación y la cobertura que se está llevando a cabo durante la misma y sugerir las modificaciones necesarias de acuerdo al tipo de culti-

vo, la velocidad del viento y de avance de la máquina y las condiciones climáticas imperantes en ese momento.

Como referencia de número de gotas podemos tomar los valores recomendados por el Código de

Aplicación	Gotas/m <sup>2</sup>
Insecticidas	20/30
Herbicida Pre-emergente	20/30
Herbicida Post-emergente	30/40
Herbicida de Contacto	30/40
Fungicidas	50/70

FAO, suficientes para llevar a cabo un control efectivo de las plagas malezas o enfermedades:

$$Q = \frac{q \times 600}{a \times v} = \text{Se obtiene el caudal por hectárea pulverizado.}$$

$$q = \frac{Q \times a \times v}{600} = \text{Se obtiene el caudal en litros por minuto pulverizado de cada pastilla.}$$

Ref : Q = V olumen pulverizado por hectárea (litros /ha)  
 q = Caudal de cada pastilla (litros/minuto)  
 v = Velocidad de avance (km./h),  
 a= distancia entre pastillas (metros).

### ¿Cómo calculo el volumen pulverizado por hectárea y/o el caudal de cada pastilla?

#### Regulando la altura del botalón

La altura del botalón de pulverización es un factor esencial para una buena homogeneidad en el reparto del producto en la parcela, que dependerá del tipo de pastilla que se utilice y del cultivo que se está tratando. A mayor altura de pulverización se obtiene una mayor superposición, pero a su vez la pulverización es más susceptible a la deriva y viceversa. Consulte el manual de pastillas pulverizadoras de acuerdo al ángulo de pulverización, distancia entre pastillas y altura recomendada.

#### Durante el tratamiento

El éxito o fracaso de un tratamiento depende en gran parte de las condiciones climáticas existentes durante la aplicación y después de ésta.

Una de los aspectos más influyentes sobre la calidad de distribución, es el viento, que genera el efecto deriva. Para evitarla, éste no debe superar 12



Km/h para sistemas convencionales de pulverización, pudiendo ser mayor si se utilizan túneles de viento o pastillas asistidas por aire.

### **¿Qué es lo que no se debe hacer antes y durante el tratamiento?**

- \* Llenar completamente el depósito antes de mezclar el producto.
- \* Mezclar productos antes de estar seguros de su compatibilidad o sin conocer el procedimiento de mezclado.
- \* Preparar caldo en exceso.
- \* Dejar el caldo preparado de un día para el otro.
- \* Trasvasar agroquímicos a otros recipientes que no sean los originales.
- \* Añadir gasoil como antiespumante al caldo.
- \* Trabajar a excesiva velocidad (mala estabilidad del botalón). La velocidad de avance debe adaptarse al estado del terreno y a las características técnicas del equipo.
- \* Aplicar con viento excesivo.
- \* Reingresar inmediatamente al lote después de la aplicación, sin los elementos de protección personal adecuados.

*Observación: Material otorgado por gentileza del Ing. Agr. Mario Bogliani, del Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar (mbogliani@cni.inta.gov.ar)*



## La siembra directa y la conservación del suelo

Ing. Agr. M.Sc. Rodolfo C. Gil ([rodolfogil@arnet.com.ar](mailto:rodolfogil@arnet.com.ar))

Instituto de Suelos. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. INTA Castelar.

### Introducción

En muchas partes del mundo, el uso intensivo de las tierras bajo laboreo intensivo, ha provocado procesos de erosión hídrica, erosión eólica y degradación física química y biológica de los suelos que afectará negativamente los niveles de producción y la rentabilidad de la empresa agropecuaria. Las pérdidas económicas por este concepto son de difícil estimación, pero a la consecuente disminución de los rendimientos habría que sumarle el mayor costo de producción en concepto de labranzas, resiembra y creciente necesidad de fertilizantes. Además, habría que agregar aquellas de impacto ambiental ocasionadas por la contaminación, sedimentación dentro y fuera de los predios agrícolas, daños en la infraestructura como redes camineras, férreas y de navegación, degradación de pastizales, y desertización, que generan pérdidas anuales varias veces millonarias.

Climáticamente, el factor que más limita la producción agropecuaria es el déficit hídrico; sin embargo, en muchas áreas agrícolas del mundo, la causa de la falta de agua, en los cultivos no siempre es la escasez de las precipitaciones, sino más bien, el insuficiente almacenaje en el suelo, esto como consecuencia del manejo tradicional de las tierras, que infiltran cada vez menos provocando con frecuencia pérdidas que en muchos casos representan más del 50% del agua de lluvia por escurrimiento. Otra consecuencia no menos importante por este tipo de manejo es la pérdida de la materia orgánica del suelo, impactando significativamente sobre el funcionamiento estructural del suelo, en general y en la dinámica del agua en particular.

En Argentina, la Siembra Directa se ha difundido con éxito en una gama de ambientes climáticos -que van de desde los templados-fríos a cálidos y de húmedos a secos-, y ambientes edáficos -con suelos de texturas muy finas a gruesas, con altos a bajos

contenidos de materia orgánica, y con distintos grados de limitaciones para la producción de cultivos-. Según la observación y percepción de técnicos y productores de distintas zonas del país, la SD ofrecería soluciones, entre las que podríamos mencionar:

#### En Agricultura:

- \* Mejora el aprovechamiento del agua.
- \* Proteje contra la erosión.
- \* Mejora el balance de la m.o.
- \* Disminuye la formación de costras superficiales.
- \* Aumenta la oportunidad de siembra.
- \* Permite mayor superficie sembrable que arable.
- \* Prolonga el ciclo agrícola.
- \* Soluciona problemas por falta de piso.
- \* Reduce la cantidad de maquinaria necesaria para la implantación de cultivos.
- \* Se logra una mayor estabilidad de rendimientos.
- \* Conduce a una mayor efectividad y competencia del personal de campo.

#### En Ganadería:

- \* Mejora la operatividad y oportunidad de realizar la mayoría de los cultivos forrajeros.
- \* Aumenta la posibilidad de insertar cultivos agrícolas.
- \* Permite el aprovechamiento de suelos considerados marginales.
- \* Facilita el rejuvenecimiento de praderas degradadas y mejoramiento de campos naturales.
- \* Aumenta la eficiencia en el uso de la maquinaria.
- \* Permite un mejor aprovechamiento de los recursos suelo y forraje por una mejor condición de piso.

Posiblemente éstas sean algunas de las tantas razones, por las cuales, llegamos al año 2004 con una SD en Argentina que, según informantes calificados, superarían las 15.000.000 de hectáreas sembradas, representando más de la mitad de la superficie agrícola. Un hecho notable de la SD, es que, en los últimos años, se ha insertado dentro de una gama muy amplia de sistemas de producción, como son las praderas implantadas o naturales mejoradas, los verdeos y ciertos cultivos como arroz, poroto y algodón, además de los cultivos tradicionales.

Si a estas razones surgidas de los propios usuarios de la tierra y de los mismos técnicos, le sumamos el aporte de los avances en la biotecnología y el perfeccionamiento de otras técnicas afines al control de malezas, siembra y fertilización, no resulta utópico suponer que en el corto y mediano plazo las estadísticas de adopción seguirán aumentando y que la SD se constituirá en el sistema predominante de la agricultura de Argentina y de América en particular, extendiéndose al resto del mundo.

## La siembra directa y el funcionamiento del suelo

Para comprender el éxito de la SD en tan variadas condiciones ambientales y de producción, convendría analizar cuál es su impacto sobre el funcionamiento del suelo en relación con la productividad de los cultivos. Es importante considerar previamente que el suelo se comporta como un sistema abierto en el que se producen intercambios de materia y energía, y que constituye un medio estructuralmente poroso. La necesidad de destacar el papel que tiene este sistema poroso radica en su acción directa sobre el balance de agua (entradas y salidas del sistema), sobre las relaciones agua-planta, sobre la entrada y difusión de gases y calor, y sobre el desarrollo, crecimiento y funcionamiento del sistema radical. Indirectamente importa por constituir el espacio físico donde se generan los procesos biológicos, químicos y físico-químicos del suelo. De todas las propiedades del suelo, la "porosidad" es quizás la más fácil, rápida, frecuente y ampliamente alterada por el manejo aplicado al mismo.

Asimismo es necesario resaltar el rol que cumple la materia orgánica del suelo, no sólo en la provisión de nutrientes para los cultivos, sino también, y de manera significativa, en los mecanismos de formación y estabilización de la estructura del suelo. Para analizar el efecto de la SD sobre el ambiente del suelo, las posibles modificaciones e implicancias que estas puedan causar sobre las respuestas de los cultivos, conviene reconocer como punto de partida, los dos aspectos que identifican a este sistema y que regulan el funcionamiento del suelo: a) la acu-

mulación de residuos de cosecha en la superficie, y b) la no-remoción del suelo. (Figura 1)

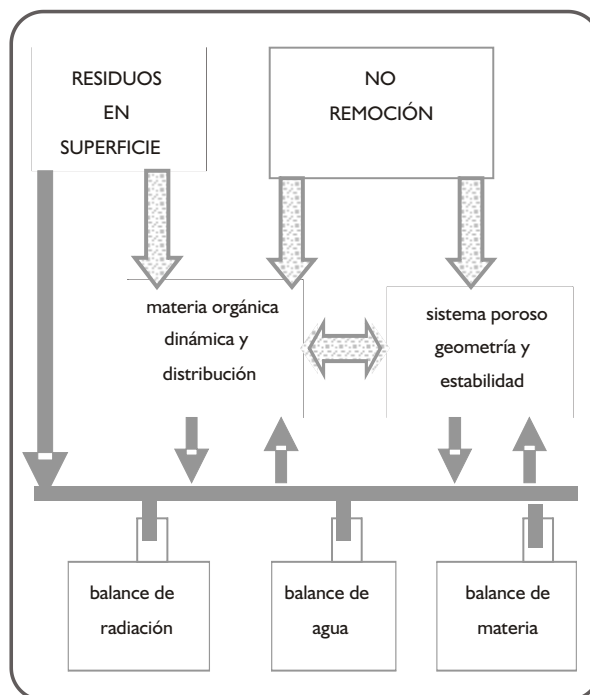


Figura 1. La Siembra Directa y el funcionamiento físico del suelo.

Los residuos vegetales en superficie proporcionan directamente:

- \* Protección frente al impacto de las precipitaciones (menor desagregación de partículas).
- \* Protección frente a la acción del viento (elevación de la capa límite).
- \* Disminución de la radiación incidente (mayor albedo).
- \* Aumento de la rugosidad (aumento del tiempo de retención del agua de lluvia).

El resultado de estos efectos se ve reflejado en la preservación de la estructura del suelo, con menor encostramiento superficial, mayor infiltración, menor escurrimiento y menor erosión. También se traduce en una menor temperatura, menor gradiente de presión de vapor y menor evaporación.

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

Los residuos en superficie junto con la no-remoción conducen a una menor oxidación de la



materia orgánica (mayor albedo, menor temperatura y menor tasa de difusión del oxígeno), y por lo tanto, una reducción de la tasa de descomposición.

Si bien estos fenómenos se producen principalmente en un delgado espesor de la superficie, el efecto sobre el balance y dinámica del agua, calor y gases tiene una incidencia decisiva para los cultivos, por tratarse justamente de la interfaces suelo-atmósfera que gobierna las entradas y salidas de estos componentes del sistema.

Otra consecuencia de la no-remoción del suelo es la conservación de la porosidad en general y de la bioporosidad en particular. Generalmente los bioporos como los canales de lombrices y raíces son más continuos, menos tortuosos y más estables que los macroporos creados por las labranzas, y por lo tanto, resultan más efectivos para el movimiento de agua, aire y crecimiento de nuevas raíces.

La SD da lugar así a un ambiente físico particular producto de la interacción espacial y temporal de sus distintos componentes: energía, agua y materia. Así, cada propiedad o condición de dicho ambiente no constituye un hecho aislado, sino que es una función del balance y dinámica de esos componentes en forma conjunta.

### **Balance de energía. (Cuadro 1)**

En primer lugar, la SD modifica el régimen térmico del suelo, disminuyendo la temperatura media y la amplitud térmica como consecuencia de:

- a) Una disminución de la energía incidente por aumento del coeficiente de reflexión o albedo del rastrojo.
- b) Una mayor capacidad calórica de la capa límite, en razón del mayor contenido de agua y materia orgánica en superficie.
- c) Una menor capacidad de transmisión del calor por el aumento proporcional de los componentes del suelo de menor coeficiente de conductividad térmica (aire, agua y materia orgánica) de la capa superficial.

Estos tres fenómenos aumentan la capacidad de regulación térmica del suelo.

### **Balance de agua**

El impacto más significativo de la SD sobre la producción de cultivos, sin duda, es la modificación favorable del balance de agua del suelo. (Cuadro 2) Los componentes más afectados de este balance son las pérdidas por evaporación y escurrimiento, y la ganancia, por mayor infiltración.

Normalmente se observa una disminución de la evaporación a causa de la ya mencionada reducción de la temperatura del suelo y del efecto moderador del rastrojo sobre la acción del viento con la consecuente reducción del gradiente de presión de vapor.

Una mayor cantidad de agua infiltrada es la consecuencia de:

- a) El efecto protector de los rastrojos que contrarrestan la energía de impacto de la gota de lluvia, frenando la desagregación de partículas, y por lo tanto, la formación de costras superficiales.
- b) Mayor tiempo de permanencia del agua pluvial sobre la superficie, por acción de los residuos.
- c) La presencia de bioporos continuos y estables que incrementan la conductividad saturada del suelo. Correlativamente se produce una disminución del componente escurrimiento.

En resumen, las consecuencias inmediatas más destacables para el balance de agua son el aumento de las entradas de agua y la disminución de las pérdidas en el sistema, resultando en una ganancia neta de agua disponible para las plantas.

Cuadro 1. Efecto de la SD sobre la temperatura del suelo

Causa	Efecto	Consecuencia	Resultado
Rastrojo en superficie	Mayor Albedo	Menor energía de radiación incidente	Menor temperatura del suelo
Mayor M.O. Mayor Humedad Mayor Vol. aire	Mayor capacidad calórica Menor conductividad térmica	Menor conducción del calor	Menor amplitud térmica

Cuadro 2. Efecto de la SD sobre la disponibilidad de agua para los cultivos y la erosión.

Causa	Efecto	Consecuencia	Resultado
Rastrojo en superficie	- Mayor Albedo	- Menor calor latente	- Menor evaporación
Rastrojo en superficie	- Menor acción del viento	- Menor presión de vapor	- Menor evaporación
Rastrojo en superficie	- Menor energía de impacto de gota de lluvia	- Menor encostramiento	- Mayor Infiltración - Menor escurrimiento
	- Mayor tiempo de permanencia del agua en superficie	- Mayor oportunidad de entrada de agua al perfil del suelo	- Mayor infiltración - Menor escurrimiento
No remoción	- Estabilidad del sistema poroso e incremento de Bioporos	- Mayor conductividad hidráulica saturada - Mayor retención de agua	- Mayor Infiltración - Menor escurrimiento - Mayor disponibilidad de agua

### Balace de materia

Los residuos en superficie y la no remoción conducen a minimizar las pérdidas del material mineral y orgánico del suelo, dado que se atenúan los factores de descomposición de la materia orgánica, y los que provocan la erosión tanto hídrica como eólica. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Efecto de la SD sobre el balance de materia orgánica y pérdida de suelo.

Causa	Efecto	Consecuencia	Resultado
Rastrojo . No remoción.	Menor temperatura Menor oxigenación Menor superficie de exposición al ataque microbiano	Menor descomposición de la materia orgánica	Menor pérdida de materia orgánica
Cobertura	- Menor escurrimiento Menor acción del viento	Menor erosión hídrica Menor erosión eólica	Menor pérdida de suelo Menor pérdida de materia orgánica

Este análisis del funcionamiento del suelo bajo siembra directa, enfocándolo a través de la dinámica e interacción de sus componentes principales - agua, energía y materia-, muestra que es un sistema complejo, con respuestas múltiples: menor evaporación, mayor infiltración, menor escurrimiento, mayor disponibilidad de agua para el cultivo, menor pérdida de suelo, acumulación de materia en superficie; y que la magnitud de cada una de esas respuestas es función del clima, suelo, sistema de producción y del tiempo transcurrido desde el momento de su aplicación. Esto explica la difusión en áreas disímiles.

En algunas regiones, el mayor impacto de la SD puede ser por el hecho de disminuir el escurrimien-

to y controlar así la erosión; en otras, por aumentar la infiltración e incrementar así el agua disponible para la planta; y aún, en otras, por el hecho de disminuir la temperatura favoreciendo de esta manera el establecimiento del cultivo.

### Comentarios finales

En sus orígenes el hombre modificó el ambiente para aumentar la producción de su alimento. Comienza así la tradición del laboreo del suelo, desde los primeros arados rudimentarios, pasando por el tradicional arado de vertedera hasta los tiempos más recientes donde los avances tecnológicos concluyeron en una modificación ambiental cada vez más intensa. La primera consecuencia visible fue el

espectacular crecimiento en la producción de alimentos, acompañado de un correlativo aumento demográfico. Pero con el tiempo se fueron manifestando los efectos negativos de esta estrategia de producción: degradación, erosión, desertización, salinización, contaminación y disminución de los rendimientos, los cuales, en muchos casos, se intensificaron a niveles tales que comprometen la capacidad de producción de la empresa y la estabilidad de los recursos naturales, dejando incluso de ser competitivo.

Llegamos entonces a un punto donde el hombre debe replantear su sistema de producción. Cambiar hacia uno que sea productivo, que mantenga esa productividad en el tiempo, que sea competitivo y que preserve el ambiente.

Los fundamentos teóricos de la Siembra Directa como exponente de una Agricultura de Conservación, los resultados experimentales en varios países y la alta tasa de adopción alcanzada en los mismos, indican que se trata de un sistema de producción que se ajusta en gran medida a los requerimientos de este replanteo. Sin embargo, es necesario aún continuar adaptando y optimizando estos nuevos agro-ecosistemas en toda la gama de ambientes y sistemas de producción existentes.

En otras palabras, caminar hacia una Agricultura de Conservación significa aceptar el desafío de poner en armonía todos los componentes que intervienen en el sistema de producción: técnicos, físicos, económicos, humanos, etc. para obtener la máxima expresión de productividad y estabilidad ambiental.

El requisito fundamental es contar con la mayor información posible y detallada, a fin de entender su funcionamiento. Sería un error entender, por ejemplo, que la Siembra Directa se basa simplemente en sembrar sin labrar el suelo, del mismo modo que no es suficiente circunscribir el conocimiento en que la Siembra Directa aumenta la captación de agua, que disminuye la erosión, que incrementa la materia orgánica, que aumenta la estabilidad estructural del suelo respecto de otros sistemas. Lo que se necesita además, es conocer y entender los cambios que se generan en este nuevo agroecosistema y su dinámica, acorde a las características particulares del ambiente donde se lo aplica.

La Agricultura de Conservación y la Siembra Directa como su exponente tecnológico, aparecen como un nuevo modelo de producción, diferente del modelo tradicional. Pero más allá de sus particularidades de manejo, existe una principal diferencia que merita ser interpretada para poder facilitar el camino hacia esa nueva agricultura. Dicha diferencia radica en que la estrategia de producción tra-

dicional se basó en modificar los factores ambientales, fundamentalmente los del suelo, para que la planta pudiera expresar su máximo potencial de rendimiento, y el paquete así resultante, fue extrapolado prácticamente sin modificaciones a casi todos los agroecosistemas del mundo sin distinción de ambientes. La Agricultura de Conservación, por el contrario, trata de adaptar la planta y las tecnologías a cada ambiente en particular, de manera tal que éste pueda expresar su potencial productivo con un mínimo disturbio o aún mejorándolo.

Entender esta diferencia es el punto de partida para comenzar el camino de la "optimización". Un camino que nos conduce a apartarnos de la cultura de las recetas generalistas y entrar en el de las estrategias de manejo ajustadas para cada ambiente y sistema de producción.

Lograr este cambio impone:

- 1) Generar conocimiento,
- 2) Adaptar dichos conocimientos a situaciones puntuales y
- 3) Difundir para que llegue en forma práctica al usuario de la tierra.

Es necesario poner de relieve que la velocidad de generación de estos conocimientos debe ser compatible con el proceso de adopción, entre otras cosas, para contar con las soluciones oportunamente e incluso para prevenir posibles problemas que aún no se conocen.

Obtener información de calidad relativamente en forma rápida impone la obligación de abordar los estudios no sólo con un enfoque multidisciplinario, sino que además exige la participación coordinada de grupos de trabajo, de agricultores, técnicos y de investigadores. Es aquí donde las asociaciones de agricultores en coparticipación con los equipos profesionales, adquieren una importancia relevante desde varios puntos de vista: porque protagonizan la etapa definitiva de adopción y adaptación de tecnologías, porque constituyen la fuente de demanda de nuevas tecnologías y porque son los principales transmisores de estas tecnologías.

Bajo este marco, la generación y transferencia del conocimiento se constituye en el principal requisito para concretar cualquier ilusión de cambio y crecimiento, con proyección de futuro hacia una nueva agricultura, productiva y amigable con el medio ambiente.

**Observación:** Material otorgado por gentileza del Ing. Agr. Rodolfo Gil, del Instituto de Suelos del INTA Castelar (rodolfogil@arnet.com.ar)





## Uso y manejo de agua en agricultura sustentable

Ing. Agr. M.Sc. Rodolfo C. Gil (rodolfogil@arnet.com.ar)

Instituto de Suelos. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. INTA Castelar.

### Introducción

Para una agricultura sustentable se podría decir con pocas palabras que la mejor manera de usar el agua del campo es convirtiéndola en material vegetal. Sin embargo, a la hora de definir las estrategias de manejo más convenientes, es necesario comprender la complejidad que encierra el comportamiento funcional del suelo, y la relación que guarda con el uso del agua y la producción de los cultivos en un ambiente definido.

Cabe recordar que en un sistema de cultivo, el balance de agua en el suelo resulta de las diferencias entre:

- a) Ingresos: precipitaciones, riego, capa freática y los aportes por escurrimiento desde las áreas más elevadas.
- b) Egresos: dados por la transpiración de los cultivos y la evaporación desde la superficie del suelo (evapotranspiración), el escurrimiento hacia zonas más bajas y la percolación por debajo de la zona explorada por las raíces.

En este balance, la transpiración es el componente que está directamente ligado con la fotosíntesis, y por consiguiente, con el crecimiento del cultivo y los rendimientos. Es decir, que los cultivos pueden aprovechar la mayor parte del agua del suelo, y utilizar este recurso, intercambiándolo por el CO<sub>2</sub> a nivel de los estomas de las hojas para la producción de fotoasimilados, convirtiendo estos productos en una forma cosechable (biomasa y grano).

Este planteo constituye una base de la sustentabilidad del sistema de producción por:

- a) El impacto directo que tiene sobre los niveles de rendimiento de los cultivos.
- b) Porque una mayor transformación del agua en material vegetal significa mayores aportes de carbono orgánico, y porque estos aportes inciden so-

bre las características estructurales del suelo que gobiernan la dinámica del agua, y el mantenimiento de la calidad del suelo.

### El uso eficiente del agua en el sistema de producción

Con el siguiente modelo se pretende identificar, analizar y resumir aquellos factores y sus interacciones, que pueden impactar en el uso del agua a nivel del suelo y del cultivo, y cómo las prácticas culturales en particular las vegetativas, y el manejo en su conjunto pueden condicionar las eficiencias hídricas de un sistema de producción.

$$UEA = \frac{Y}{ET} \times \frac{ET}{A_a} \times \frac{A_a}{A_i} = \frac{Y}{A_i}$$

(1)                      (2)                      (3)

En un cultivo, la biomasa (Y) producida por unidad de agua consumida (evapotranspiración, ET) expresa la eficiencia, con la cual, dicho cultivo fija carbono en relación con el agua que pierde (Y/ET). Sin embargo, el concepto de Uso Eficiente del Agua (UEA) que se logra a nivel del sistema de producción es mucho más amplio, ya que engloba además, a la eficiencia del uso de agua almacenada en el suelo (ET/A<sub>a</sub>) y a la capacidad de disponer la mayor parte del agua almacenada que ingresa por vía de las precipitaciones, riego o capas freáticas (A<sub>a</sub>/A<sub>i</sub>) con relación a las posibles pérdidas por escurrimiento, evaporación y percolación.

Quizás un mejor entendimiento para establecer las estrategias de manejo más convenientes, parta de poder contestar las siguientes preguntas.

- ¿De qué depende que la mayor parte del agua evapotranspirada sea convertida en biomasa vegetal?
- ¿De qué depende que la mayor parte del agua almacenada sea utilizada en el proceso de evapotranspiración?
- ¿De qué depende que la mayor parte del agua incorporada al sistema sea almacenada en el suelo para ser transpirada y utilizada en la conversión a biomasa vegetal?

## 1) Biomasa vs. ET: “La construcción de una antena de captación de energía”

Cuando el agua no es limitante, la cantidad transpirada por el cultivo depende fundamentalmente de la cantidad de radiación interceptada por su canopeo. La radiación solar es la fuente de energía utilizada tanto en el proceso transpiratorio como en el de fijación de CO<sub>2</sub>; por lo tanto, cuanto más energía absorba un canopeo, más agua podrá transpirar y más CO<sub>2</sub> podrá fijar para la generación de hojas, tallos, raíces y grano. En Paraná, una mayor eficiencia del uso del agua por efecto de la fertilización nitrogenada, se explicó en un 60% por el aumento en la eficiencia en el uso de la radiación solar. (3)

La Y/ET varía entre especies (tipo de metabolismo C3 o C4), y la composición de la biomasa, a la vez de ser afectado por el clima que define la demanda atmosférica. Así, por ejemplo, el Maíz (C4) capta más carbono por unidad de agua transpirada, resultando más eficiente que la Soja y el Girasol en la producción de grano por unidad de agua utilizada. (4) (5) (10) (18)

Por otro lado, el desarrollo fenológico y el crecimiento máximo para cada estado de desarrollo de un cultivo bien provisto de agua, resultará de la interacción entre factores climáticos (fotoperíodo y termoperíodo), las características del cultivo (área foliar, estructura, cobertura) y factores edáficos (disponibilidad de agua y nutrientes). Por lo tanto, aspectos como la elección de la especie, selección de los cultivares, duración del ciclo, fecha de siembra, densidad de la siembra, nutrición y sanidad del cultivo, jugarán un rol importante a la hora de establecer las estrategias de manejo para optimizar la ET. Del mismo modo, una buena cobertura del suelo, con suficientes rastrojos y bien distribuidos, es también un aspecto fundamental si el objetivo es tratar que la mayor proporción del agua sea utilizada en la transpiración del cultivo y no perdida en el proceso de evaporación.

## 2) ET vs. agua almacenada: “La transformación del agua en materia orgánica”

Los requerimientos totales de agua de un cultivo durante el periodo de crecimiento generalmente superan la cantidad de agua que un suelo puede almacenar. Es necesario entonces reabastecer el perfil, es decir, sacar el agua por transpiración para que más agua de lluvia pueda entrar a lo largo del ciclo del cultivo.

Es interesante recordar que la posibilidad de satisfacer los requerimientos hídricos de la planta no radica exclusivamente en la cantidad de agua almacenada en el suelo. Depende además de la habilidad que tenga su sistema de raíces de absorber la solución del suelo en contacto, como así también de la habilidad que presenta el suelo de transmitirla y suministrarla a las raíces a una tasa que permita satisfacer los requerimientos de transpiración. Por lo tanto, aspectos del cultivo como la profundidad y densidad de las raíces, y del suelo, como la textura que regula la energía con que el agua es retenida y transmitida, gravitarán en la proporción del agua almacenada que puede ser utilizada. Otro aspecto muy importante es la aireación que tenga el suelo para que estos procesos se cumplan satisfactoriamente. Los factores que inciden directamente en el patrón de enraizamiento y en el desarrollo, crecimiento y actividad de las raíces son numerosos y su interacción es compleja, superando los alcances de este documento; sin embargo, la investigación ha demostrado que en las relaciones suelo-planta, la capacidad de un cultivo de extraer agua del suelo está directamente relacionada con el gradiente hídrico entre el suelo y la planta, e inversamente relacionadas con las resistencias que limitan el flujo de agua a nivel del suelo y de la planta. En otras palabras, un sistema de raíces bien profundo, denso, bien distribuido en un suelo sin limitaciones (densificaciones, compactaciones) y bien aireado, permitirá una mejor exploración y un mayor aprovechamiento del agua edáfica para satisfacer las demandas de ET. Por lo tanto, la tasa de extracción será máxima cuando no existan limitantes para la distribución uniforme de las raíces, se haya alcanzado una densidad radical crítica en las distintas capas del perfil y el suelo presente buenas condiciones de conductividad.

La capacidad volumétrica de un suelo, desde el punto de vista agronómico, está muy relacionada con la profundidad efectiva que alcancen explorar las raíces de los cultivos, pero la posibilidad que tiene de abastecer los requerimientos de transpiración en sus distintos horizontes dependerá de la fracción del agua almacenada que se encuentra dis-

ponible en cada uno de ellos, y de la conductividad hidráulica que posean para transmitirla. Estas características de almacenamiento de agua, conducción, aireación y enraizamiento son totalmente dependientes de las características estructurales, en particular, de la proporción de macro y microporos, y de la continuidad y estabilidad de los mismos. Propiedad que a su vez esta muy ligada a la textura, al nivel de carbono orgánico y a la actividad biológica, incluida las de las propias raíces y la fauna del suelo.

De este análisis se desprenden algunos aspectos que se deberían tener en cuenta para aumentar la ET/Aa:

- Elección de especies y cultivares que presentan sistemas de raíces profusos y profundos, y buena capacidad de profundizar. Esto constituye una manera indirecta de aumentar la cantidad de agua almacenada y disponible y capacidad para utilizarla.
- La densidad de plantación puede constituir una estrategia para modificar el patrón de enraizamiento.
- Evitar la formación de capas compactadas superficiales y subsuperficiales. La densificación del suelo genera una mayor proporción de microporos aumentando la energía de retención del agua (menor disponibilidad) para la ET.
- Rotación de cultivos con especies que aporten volúmenes de rastrojo que permitan mantener el balance del C orgánico.
- Ajustar la planificación de los ciclos de los cultivos de tal manera de maximizar el uso del agua en función de la cantidad y distribución de las lluvias, y de la capacidad de almacenaje y suministro de agua de los suelos.

Este concepto de ajustar la rotación de los cultivos en función de los requerimientos hídricos con la capacidad de almacenaje de los suelos y las características climáticas es particularmente importante a fin de ajustar la secuencia más conveniente para mejorar la eficiencia de uso de agua, disminuyendo los excesos, y evitando deficiencias en etapas críticas del desarrollo. (1)

Es interesante hacer notar el protagonismo que juega la primera porción del perfil de suelo en la oferta de agua para el cultivo, representando en muchos suelos más del 50% del total de agua disponible (7). De ahí, la importancia de prestar atención en esta porción del perfil del suelo, en las características estructurales, en los niveles de la materia orgánica y en la actividad biológica en su conjunto. Es estratégico establecer rotaciones que aporten volúmenes significativos de restos vegetales para lograr una mejor protección de la superficie y mantener

los niveles aceptables de carbono del suelo. A mayor contenido de materia orgánica, el volumen de agua retenido en capacidad de campo se incrementa en mayor proporción que el retenido en el punto de marchitamiento permanente, lo que implica aumentar la cantidad de agua disponible para el cultivo. (2) (11)

Un suelo cultivado bajo las consideraciones comentadas permitirá ciertas ventajas para el agro-sistema como:

- Mayor protección de la superficie del suelo y conservación de las propiedades funcionales de la porción superficial del subsuelo.
- Mejor aprovechamiento de los excedentes hídricos transformándolos en materiales orgánicos.
- Generar más macro-porosidad continua y estable.
- Mejor aireación del suelo.
- Mejor control de malezas, por tener más tiempo el suelo ocupado con cultivos densos y eventualmente cultivos de cobertura.
- La activación potenciada de los procesos biológicos del suelo.
- Aumento en la capacidad de almacenaje, mayor renovación del agua almacenada y mejor aprovechamiento del agua incorporada.

### **3) Agua almacenada vs. agua incorporada al sistema: “Hacer del suelo un silo de agua”**

La propiedad que tiene el suelo de retener agua está determinada por la textura, profundidad efectiva, y la posibilidad para conducirla depende mayormente de su estructura, que define la geometría del espacio poroso ocupado por agua y aire.

Para aumentar la cantidad de agua almacenada es necesario aumentar la proporción de agua de lluvia que infiltra al suelo, respecto de la que escurre. La infiltración es un proceso complejo que depende fundamentalmente de la condición estructural de la superficie del suelo, del contenido de humedad, y de la rugosidad y cobertura que regulan los tiempos de permanencia del agua de lluvia donde cae.

La rotación de cultivos que incluyen mono y dicotiledóneas, generalmente benefician la estabilidad y formación de una estructura favorable, dependiendo de las características de crecimiento de las especies, la secuencia de los cultivos y la frecuencia con que se repiten y que inciden en gran medida a través de los bioporos. (10) Estos bioporos creados por la mesofauna del suelo y las raíces de los cultivos, constituyen rutas preferenciales pa-



ra la entrada del agua en el suelo. Cuando la intensidad de la lluvia supera la capacidad de infiltración y el agua comienza a estancarse en la superficie, estos macroporos facilitan su drenaje y hacen que el agua penetre en el subsuelo recargando el perfil con mayor rapidez, incluso alcanzando profundidades que no se lograrían con implementos de labranza.

Los cultivos de cobertura resultan una herramienta efectiva para aprovechar excedentes hídricos en períodos de barbechos, convirtiéndolos además en aportes importantes de material orgánico. Su efecto protector sobre la superficie del suelo y la generación de bioporos por las raíces, permite que en las lluvias inmediatas a las siembras estivales se mitigue el encostramiento, y se aumente la infiltración, especialmente en secuencias de cultivos que producen poca cobertura. (6) (15)

Un suelo bien provisto de materia orgánica siempre funcionará mejor, en ciclos húmedos o de sequía. Recordemos que los suelos de la región Pampeana, en su mayoría Molisoles y Alfisoles, de textura media con alta proporción de limo, dependen fundamentalmente de los mecanismos bióticos para mantener su estructura (17).

En muchos suelos de la Región Pampeana de la Argentina bajo Siembra Directa, se observa que aún con valores de porosidad total comparables, la  $K_{sat}$ , aumenta significativamente por la actividad de lombrices, insectos de suelo y raíces, destacándose flujos preferenciales de agua en los poros de mayor tamaño. (8) Al mismo tiempo, se observa también que densificaciones provocadas por el tránsito de la maquinaria no controlado, pueden reducir la conductividad del suelo a niveles que lo hacen prácticamente impermeable. Esto destaca la importancia de la acción biótica de los vegetales y mesofauna en los mecanismos de estructuración y estabilización del sistema poroso del suelo que impactan sobre la dinámica y uso del agua.

Una vez más, prácticas de manejo orientadas a conservar los rastrojos en superficie, con rotaciones que incluyan cultivos de biomasa voluminosa (aérea y raíces), y la posible utilización de barbechos vivos sobre todo en ciclos húmedos, permitirá la reducción de los escurrimientos y concomitante acumulación de agua en zonas más bajas, y la posibilidad de aumentar la cantidad de agua infiltrada, almacenada y disponible para la transpiración. Esto favorecerá el aumento de la producción de biomasa, con mayor aporte de los rastrojos y mayor acumulación de carbono orgánico para continuar con el proceso de manera sustentable.

## Comentarios finales

Una agricultura de conservación procura adap-

tar la planta y las tecnologías para cada ambiente particular, de tal manera que éste pueda expresar su capacidad productiva de manera sostenida. (9) Comprender este concepto, es el punto de partida para optimizar la producción a través de un uso más eficiente del agua.

En el modelo del uso eficiente del agua presentado en este análisis, sería una simplificación entender que las estrategias de manejo deberían apuntar tan sólo a la captación, infiltración y almacenamiento del agua de lluvia; o que la agricultura sobre cubierta vegetal como la Siembra Directa aumenta la captación de agua, disminuye la erosión, o aumenta la materia orgánica del suelo mejorando la estructura del suelo respecto a otros sistemas convencionales. Lo que pretende dicho modelo es crear la necesidad de conocer y entender los cambios que se generan en este nuevo agroecosistema, y la dinámica con que se producen, y que impactan en las eficiencias de uso del agua.

El requisito fundamental para alcanzar dicho objetivo es contar con la mayor información posible, detallada y cuantificada a fin de armonizar la máxima producción posible con la condición ambiental de manera sostenida.

Es necesario poner de relieve que la velocidad de generación de estos conocimientos debe ser compatible con el proceso de adopción, entre otras cosas, para contar con las soluciones oportunamente e incluso para prevenir posibles problemas que aún no se conocen. Obtener información de calidad relativamente rápida impone la necesidad de abordar los estudios no sólo con un enfoque integrador y multidisciplinario, sino además requiere de la participación coordinada de grupos de trabajo, de agricultores, de técnicos e investigadores.

## Bibliografía

1. Andriani J. 2000. El agua en los sistemas productivos. Para mejorar la producción. Editado por SAGYPA y el INTA EEA Oliveros. Sta Fe. N° 13 .72pp.
2. Barbosa O. 1999. Tesis Magíster Scientiae. Escuela de Graduados. Fac. Agron. UNBA.
3. Caviglia y Sadras 2001. en Dardanelli J, D. Collino, M.E. Otegui y V.O. Sadras. 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. Producción de cultivos para grano. Fac. Agr. UNBA.
4. Dardanelli J., D. Collino, M.E. Otegui y V.O. Sadras. 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cul-

- tivos de grano. Producción de cultivos para grano. Fac. Agr. UNBA.
5. Della Maggiora A., Gardial J.M., y Irigoyen A. 2000. Requerimientos Hídricos. En Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Ed. F.H.Andrade, y V.O. Sadras. EEA INTA Balcarce-Fac. C. Agr. UNMPP 155-171.
  6. Derpsch, Rolf. 2001. Frkontiers in conservation tillage and advances in conservation practice. In D.E. Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (eds). 2001. pag. 248-254.
  7. Damiano, F. y Taboada M.A. 2000. Predicción del agua disponible usando funciones de pedotransferencia en suelos agrícolas de la región pampeana. Ciencias del Suelo 18 (2) 77-88.
  8. Gil, R. Y Borrell O. 2000. Relaciones entre las características del sistema poroso y la conductividad hidráulica saturada y no saturada en un Argiudol típico serie Cap. Sarmiento, en Gil, R. 2000. El comportamiento físico funcional de los suelos. Proyecto de Agricultura de Precisión. EEA INTA Manfredi.
  9. Gil, R. Y Garay A. 1999. La siembra directa y el funcionamiento sustentable del suelo: impacto sobre la condición física del suelo y la producción de los cultivos. Actas del XIV Congreso latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón. Chile.
  10. Hahendorf M., Redelf M.S., Amos B., Stone L.R. y Gwin R.E. 1988. Comparative water use characteristics of six row crops. Agron. J. 80:80-95.
  11. Hudson B.D. 1994. Soil organic matter and available water capacity. J. Soil Water Conservation. 49:189-193.
  12. Kay J. 1990. Adv. Soil Sc. 12:1-52
  13. Micucci F. Taboada M.A. y Gil R. 2002. El agua en la producción de cultivos extensivos: I. El suelo como un gran reservorio. INPOFOS 15. Archivo Agronómico 6.
  14. Micucci F., Taboada M.A. y Gil R. 2003. El agua en los sistemas extensivos. II. Consumo y eficiencia de uso del agua de los cultivos.
  15. Sánchez, M.A., 2003. Estudio de los efectos de la cubierta vegetal sobre el aprovechamiento del agua para los cultivos. Trabajo de intensificación Esc. Sup. Ing. Agr. Un. Córdoba. España.
  16. Senigagliaesi C. 1988. Labranzas y agricultura conservacionista, en Jornadas Regionales: Labranzas y conservación de suelos. EEA INTA Rafaela. PM51:111-133
  17. Taboada, M.A. 2003. Curso de postgrado: especialidad en Siembra Directa. Esc. Grad. Fac. Agr. UNBA.
  18. Totis de Zeljkovich, Zeljkovich V., Coca M.G., Blotta L.A., Funston L. Y Rivoltella A. 1991. Balance de agua del doble cultivo Trigo-Soja y su relación con la productividad e la región de Pergamino. Inf. Tec. 257. EEA INTA Pergamino.

**Observación:** Material otorgado por gentileza del Ing. Agr. Rodolfo Gil, del Instituto de Suelos del INTA Castelar (rodolfogil@arnet.com.ar)



## Postcosecha de trigo. Secado y Almacenaje

Ing. Agr. Ph.D. Cristiano Casini ([ccasini@correo.inta.gov.ar](mailto:ccasini@correo.inta.gov.ar))

Ing. Agr. Mauricio Santa Juliana ([poscosecha@correo.inta.gov.ar](mailto:poscosecha@correo.inta.gov.ar))

Proyecto Nacional de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos INTA Manfredi.

### Situación actual

Actualmente en nuestro país, aproximadamente el 8% del valor de la producción total, se pierde en la etapa de poscosecha; esto se debe a pérdidas de calidad, fallas en el transporte del grano, deficiencia de secado, insectos, hongos, etc. Si tenemos en cuenta los cinco principales cultivos -Soja, Maíz, Girasol, Sorgo y Trigo, este porcentaje representa una merma de 5.3 millones de toneladas, valuadas en 680 millones de dólares. El valor de las pérdidas de poscosecha registradas en el cultivo de Trigo es de aproximadamente 147 millones de dólares.

La capacidad de almacenamiento a campo actual de nuestro país es de aproximadamente el 50% de la producción nacional. El productor agropecuario, por diversas causas, tomó la decisión de guardar el cereal producido en su propio campo. Esto lo llevó a desarrollar por sí mismo, una estrategia de almacenamiento y control de calidad de sus granos.

La capacidad de almacenamiento a granel aumentó en los últimos 10 años a razón de 2 millones de toneladas por año, correspondiendo a **los silos chacra**, una mayor evolución. Si se comparan las cifras de comienzo de la última década, la relación entre la capacidad de almacenamiento de los **silos chacra** respecto a la de los acopios de granos era de aproximadamente 25%, mientras que en los últimos años se refleja una relación en aumento de más del 50%.

Ante esta situación, se observa que ciertas normas, que son fundamentales en el manejo de postcosecha en chacra, aún son desconocidas o no se las aplica con regularidad para una mejor conservación del grano. Esto adquiere mayor relevancia si se tiene en cuenta la gran expansión que tiene el sistema de silo bolsa, una nueva tecnología sobre la cual aún se desconocen muchos aspectos de manejo.

### Principios básicos del almacenamiento

Los granos son los actores principales en el almacenamiento y muchas veces no se los toma en consideración. El principio del almacenamiento es guardar los granos secos, sanos y limpios. Para esto, la consigna básica y válida para todo tipo de almacenamiento, es la de mantener los granos “vivos”, con el menor daño posible. Cuando los granos se guardan sin alteraciones físicas y fisiológicas, mantienen todos los sistemas propios de autodefensa y se conservan mejor durante el almacenamiento.

Sobre el desarrollo del almacenamiento influyen los siguientes factores:

#### 1) Genética

Hay cultivares de la misma especie que se deterioran menos que otros por variaciones en su constitución química y física. Las variedades de Trigo blandas tienen mayor tasa respiratoria que las variedades duras, y por lo tanto, son más degradables.

#### 2) Cultivo

Es muy importante mantener el cultivo con el mínimo estrés posible, ya que cultivos estresados, dan granos más deteriorables. Los factores de manejo como la densidad y fecha de siembra, modifican las condiciones del cultivo, pudiéndole provocar estrés.

#### 3) Cosecha

En la cosecha se debe procurar obtener granos limpios y sin daño mecánico. Para esto es fundamental tener en cuenta una serie de factores que afectan la eficiencia de cosecha:

## Momento de cosecha.

- Deficiente control de malezas, esto afecta no sólo la trilla de los granos sino el trabajo de limpieza de los mismos.
- Incorrecta regulación de la cosechadora lo que provoca roturas en los granos.
- Excesiva velocidad de avance.
- Almacenamiento: lugar protector, limpio y con control de insectos.
- El lugar de almacenamiento debe ser “protector” contra las inclemencias del tiempo, los insectos y las plagas en general procurando mantener así la calidad inicial de los granos lograda en el campo.

## Respiración de los granos

Los granos, al igual que el resto de los organismos vivos respiran para mantenerse vivos. El agua y el calor, liberados durante la respiración, aceleran el deterioro disminuyendo el tiempo de conservación.

El deterioro de los granos se manifiesta en un comienzo con pérdidas no visibles por el productor, como son la pérdida de poder germinativo y disminución de peso hectolítrico. Cuando las pérdidas se hacen visibles, la merma del valor económico e industrial ya se produjo, y es tarde para tomar medidas preventivas y de control.

### Factores que afectan a la respiración de los granos

La respiración se incrementa con la temperatura, la humedad del grano, presencia de granos dañados, ataque de insectos y hongos. De estas variables la humedad y la temperatura son las que más afectan la respiración de los granos y los demás organismos que viven en el granel. A mayor temperatura y humedad, mayor actividad y mayor degradación.

#### 1) Temperatura

La temperatura provoca un aumento en la producción de CO<sub>2</sub> en Trigo. Sin embargo, este aumento en Trigo se da hasta los 55°C; sobrepasada esta temperatura, la semilla muere, cesando la respiración y perdiendo sus sistemas de autodefensa. (Tabla 1)

La temperatura es el mejor índice de salud del grano. Mantener los granos fríos es el mejor procedimiento para su larga conservación. Todo lo que debe hacer un buen acopiador es tener sus granos con las más bajas temperaturas posibles, pues así, carecerá de problemas de insectos, de hongos y de calentamientos provocados por la fermentación generada por la acción de microorganismos. Lo ideal

Tabla 1: Respiración de Trigo Duro Primavera con 15% de humedad a diferentes temperaturas

Temperatura °C	Anhidrido carbónico respirado (mg./100 gr de grano/24 hs.)
4	0,25
25	0,45
35	1,30
45	6,61
55	31,73
65	15,71
75	10,28

es conservarlo a menos de 10°C; pero muchos acopiadores se conforman con temperaturas superiores a 20°C y aún a 30°C. En realidad, el problema no es tan grave en almacenajes cortos si la temperatura -aún a 30°C-, se mantiene constante, hecho que indica que en la masa no se producen procesos infecciosos. El peligro se manifiesta cuando la temperatura va en constante aumento día a día.

#### 2) Humedad del grano

Con la humedad sucede algo similar que con la temperatura: a mayor nivel de humedad el grano se deteriora más fácilmente por un aumento en la tasa respiratoria de los mismos y un incremento en la producción de CO<sub>2</sub>.

La Tabla 2 muestra como el tiempo de almacenaje seguro se reduce notablemente al aumentar la temperatura y humedad del grano; esto se debe a que ambos factores aceleran los procesos respiratorios por lo que el grano agota sus sustancias de reserva más rápidamente, generando una mayor producción de Co<sub>2</sub> (Figura 1), lo que ocurre siempre que el oxígeno sea suficiente (respiración aeróbica).

Tabla 2: Tas (Tiempo de Almacenaje Seguro) para Trigo. Cantidad de días que se puede almacenar el grano en esas condiciones antes de perder el 0.5% de la materia seca\*.

Temp. C°	Humedad del grano (%)					
	24%	22%	20%	18%	16%	14%
40 °C	1	1	2	2	3	4
35 °C	1	4	10	13	17	25
30 °C	1	5	11	15	21	30
25 °C	1	7	12	18	36	40
20 °C	3	8	13	30	54	80
15 °C	8	10	20	41	56	105
10 °C	10	15	29	50	100	200
5 °C	13	20	36	73	180	250

Fuente: Maier, 1992.

\* Con granos dañados y/o impurezas (tierra, semillas de malezas, etc.), el riesgo se incrementa y el TAS disminuye.



La humedad relativa del aire intergranario se halla en estrecha relación con la humedad del grano, ya que la atmósfera interna y externa del grano interactúan constantemente. Debido a ello existe un equilibrio entre la humedad del grano y la humedad relativa del aire como se muestra en la Tabla 3.

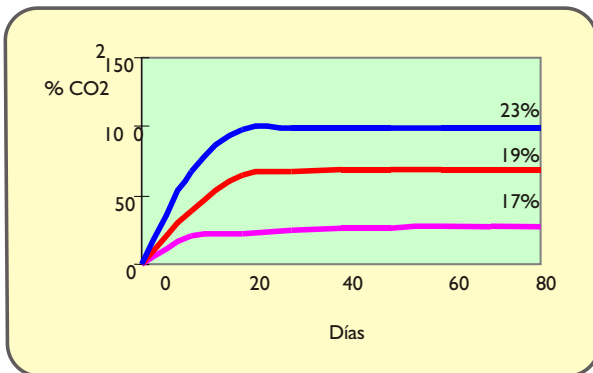


Figura 1. Producción de CO<sub>2</sub> del Trigo, según distintos contenidos de humedad del grano.

Tabla 3: Relación de equilibrio entre la humedad relativa del aire y la humedad del grano

% H R del aire	15	30	45	60	75	90	100
% H del grano	6.4	8.5	10.5	12.5	14.6	19.7	25.0

Fuente: Christensen 1974.

### 3) Concentración de gases en la atmósfera intergranaria

Es importante destacar que en ausencia de oxígeno podemos encontrar procesos fermentativos (crecimiento de microorganismos en anaerobiosis). En este caso, la producción de energía es mucho menor a la de la respiración aeróbica y va acompañada de liberación de alcohol etílico. (Christensen 1974)

La presencia de gas carbónico reduce la respiración de los granos cuando éste alcanza valores del 7%, y puede detenerla al llegar a 12%. (M. y A. Reimbert)

Si bien los insectos no son capaces de vivir en ambientes con bajos contenidos de oxígeno (inferiores al 5%), existen ciertos microorganismos - incluidos hongos y bacterias-, que pueden sobrevivir con contenidos de oxígenos inferiores al 1%.

### 4) Ataques de Insectos y Hongos

Milner et al (1947), estableció que el rápido in-

cremento en la producción de CO<sub>2</sub> en granos con contenidos de humedad superiores al 15%, fue acompañado por un incremento en el número de colonias de hongos. Por debajo de 15% de humedad del grano la actividad de los hongos es muy baja.

## Plagas en postcosecha

Las características de los sistemas de silo hacen que se desarrollen distintos tipos de plagas en los silos convencionales y en los silos bolsa. En los primeros tienen mayor incidencia los insectos, ácaros y los microorganismos aeróbicos; en los silos bolsa tienen mayor importancia los roedores y los microorganismos anaeróbicos.

El Trigo es el grano más susceptible al ataque de las plagas, según lo informado por los responsables del acopio de granos, seguido en orden decreciente por el Maíz, el Sorgo y el Girasol. Esto se debe posiblemente a que el grano es cosechado en época estival con elevadas temperaturas que favorecen la aparición y el desarrollo de las plagas.

Los porcentajes de rechazo registrados en los principales puertos argentinos para el Trigo son de aproximadamente el 4%, y se deben fundamentalmente a la presencia de insectos. Este valor duplica a los porcentajes registrados para Maíz.

### 1) Microorganismos

A medida que aumenta la humedad de los granos por encima de la humedad de recibo, aumenta el deterioro, principalmente causado por el desarrollo de hongos, levaduras y bacterias siempre presentes en los granos. Por debajo del 70% de humedad relativa queda restringido el desarrollo de hongos, y la tasa respiratoria de los granos es baja; por esto, la humedad de recibo del grano es la de equilibrio a esta humedad relativa. La producción de micotoxinas no se produce hasta que se alcanzan valores de 85% de humedad relativa (por debajo de este nivel, la producción de micotoxinas es nula). Estos microorganismos necesitan de humedad para crecer, y a medida que se van desarrollando, aumentan su nivel de respiración y aumentan la temperatura de la masa de los granos. Si la humedad aumenta, aún más pueden llegar a desarrollarse levaduras y bacterias acelerando el deterioro.

Relación de respiración de los granos con colonias de hongos (total a 30°C.)

Trigo (% de humedad del grano)	Respiración (mg CO <sub>2</sub> /100 g)	Colonias de hongos/mg
2.3	0.07	0.5
13.6	0.11	0.1
13.8	0.23	0.1
14.5	0.52	0.4
15.4	2.53	4.8
16.3	23.35	396
16.8	20.3	402
18.5	111	2275
20.8	604.9	11300
25.2	1724.8	37500
30.5	1282	63500
38.6	4666.5	67000

El aumento de temperatura de los granos que producen los hongos se manifiesta en forma de focos de calor húmedos, y puede llegar a niveles muy elevados. Ocurre casi exclusivamente por la respiración de hongos del grupo de los *Aspergillus*, *Penicilium* y *Fusarium*.

Los hongos durante el proceso respiratorio liberan agua y calor por lo que de esta forma favorecen el desarrollo de nuevos microorganismos que requieren mayores niveles de humedad (Tabla 4).

Tabla 4: Criterio de conservación de granos de Trigo. (20°C. de temperatura)

HR aire (%)	Trigo	Microorganismos
	Humedad de los granos %	
65	13,8	Hongos
85	19	Levaduras
>90	21	Bacterias

Pérdidas producidas por hongos:

- \* Disminución del poder germinativo.
- \* Decoloración de una parte o de todo el grano.
- \* Calentamiento y enmohecimiento.
- \* Cambios bioquímicos.
- \* Producción de toxinas (Aflatoxinas), perjudiciales para el consumo humano y animal.
- \* Pérdida de peso hectolítrico.

En cuanto al grano, podemos decir que el tegumento intacto constituye una barrera para la penetración de microorganismos. Los granos partidos, quebrados o que han sufrido daño en su cubierta son más susceptibles a ser invadidos, esto se debe a que se expone la parte interna de los granos a la ac-

ción directa de los hongos.

## 2) Insectos y Ácaros

Estas plagas son comunes en los silos convencionales ya que en silos herméticos como los silos bolsa, no tienen los niveles de oxígeno necesarios para su respiración. Los insectos y ácaros que atacan al Trigo se exponen en el Tabla 5.

Tabla 5: Insectos y Ácaros más comunes en el Trigo

Nombre común	Nombre científico
ACAROS	<i>Aleurobius farinae</i>
	<i>Glyphiphagus destructor.</i>
	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>
CARCOMA	<i>Tribolium castaneum</i>
	<i>Tribolium confusum</i>
CARCOMA DENTADA	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>
GORGOJO	<i>Sitophilus oryzae</i>
	<i>Sitophilus zeamais</i>
	<i>Sitophilus granarius</i>
POLILLAS	<i>Ephestia cautella</i>
	<i>Plodia interpunctella</i>
TALADRILLO	<i>Ryzopertha dominica</i>

Siendo la carcoma y los gorgojos los insectos que infectan al Trigo con mayor frecuencia, la estructura física de estas plagas determinan la zona del silo donde se mueven; las polillas se mueven en la superficie del granel, y los coleópteros adultos (gorgojos) se pueden movilizar por todo el interior de la masa de granos. Su incidencia en el deterioro de los insectos aumenta a medida que transcurre el período de almacenamiento.

La principal fuente de infestación se encuentra en las mismas instalaciones de almacenamiento, aunque algunas plagas como los gorgojos pueden infestar en el campo.

La temperatura óptima de crecimiento para la mayoría de los insectos ronda entre 25 y 30°C (temperaturas superiores a 35-40° provocan su muerte, por debajo de 15°C no son capaces de reproducirse), y se reproducen en condiciones de baja humedad. Los ácaros son capaces de tolerar aún menores temperaturas, y necesitan agua libre para multiplicarse.

Al igual que en el caso de los granos, los insectos incrementan su respiración al incrementarse la humedad y la temperatura; esto genera focos de calor secos que pueden llegar a los 45°C. El aire más caliente se mueve, y al llegar a los puntos más fríos condensa su humedad, favoreciendo de esta forma el desarrollo de hongos.

Entre los daños causados por los insectos y ácaros podemos destacar:

- \* Daños directos: Consumo y contaminación.
- \* Daños indirectos: Calentamiento y migración de humedad, transmisión de enfermedades, incremento en los costos de almacenamiento (Insecticidas).

### 3) Roedores y Pájaros

Estos vertebrados y principalmente los roedores pueden causar grandes pérdidas y perjuicios, sobre todo si se maneja el grano en bolsas. A diferencia de los descomponedores (hongos y bacterias), que son acompañantes habituales del grano, este tipo de consumidores no debe existir en la masa de granos.

### 4) Control de Plagas

Se debe tratar de involucrar dos o más métodos diferentes, pero complementarios, minimizando los efectos nocivos de los productos químicos sobre el ambiente. Para ello, se debe incorporarlos en su adecuada posición dentro de un plan de manejo integrado de plagas.

#### a) Métodos Físicos

- a) Realizar una buena limpieza y desinfección de las instalaciones previo al ingreso del grano, ya que en la mayoría de los casos las infestaciones provienen del mismo silo que no ha sido limpiado y desinfectado convenientemente, buscando así cortar el ciclo de las plagas.
- b) Almacenaje hermético: con esto tendemos a proteger el grano sano tanto en almacenaje como en el transporte evitando el ingreso de plagas.
- c) Secado: Almacenar el grano con baja humedad permite evitar pérdidas que potencialmente pueden causar los microorganismos, ayudando también para el control de insectos y ácaros. Normalmente bajos niveles de humedad no condicionan la aparición y el desarrollo de plagas, pero sí actúan como limitantes.
- d) Aireación: altamente efectivo sobre todo contra insectos y como beneficio extra de la aireación convencional. Se debe procurar reducir y uniformizar la temperatura de los granos por debajo de los 18°C, dificultando de esta forma la multiplicación de los insectos.

#### b) Métodos Químicos

- a) Tratamientos preventivos: se busca dar protección a la mercadería almacenada mediante el uso de insecticidas residuales como el mercaptotión, fenitrotión, DDVP y clorpirifós metil, lográndose una efectiva protección por largo tiempo, sin ne-

cesitar hermeticidad en el depósito. Debe ser aplicado cuando el grano está en movimiento, como por ejemplo, a la salida de un sin fin, de un conducto, de la zaranda, sobre un tornillo sinfín (eliminando una parte de su cobertura), etc. Se debe tener en cuenta que ninguno de los plaguicidas residuales aquí mencionados afecta el poder o la energía germinativa del grano.

- b) Tratamientos de instalación: Se basan en la aplicación de plaguicidas residuales como el mercaptotión, fenitrotión, DDVP, clorpirifós metil, sobre las instalaciones. En general, cuanto mayor es la temperatura y humedad, más rápida es la degradación de plaguicidas aplicados sobre el grano, por lo que menor es el tiempo de protección. Se realizan cuando no existe ataque o el mismo es muy incipiente.
- c) Tratamientos curativos: Se basan en el uso de gases o de productos como el bromuro de metilo y fosforo de aluminio que gasifican (fumigantes) y penetran en las plagas principalmente por inhalación. No brinda protección contra futuras reinfestaciones, requiere hermeticidad y los productos son de manejo peligroso. Los productos utilizados afectan el poder germinativo, por lo tanto, no se debe abusar del uso de estos fumigantes. Al incrementar la temperatura mejora la difusión y efectividad del fumigante, ya que incrementa la actividad de las plagas y su ritmo respiratorio.

Independientemente de los métodos de control o el tipo de tratamiento que elijamos, se debe hacer un seguimiento del silo, para poder así realizar un diagnóstico temprano de los posibles focos de infección. La forma de hacer este seguimiento del silo, es muestreando periódicamente. Las muestras tomadas deberán representar verazmente la variabilidad existente en la masa de granos. Se recomienda hacer un muestreo cuando ingresa la mercadería al almacenaje o cuando se cosecha, aunque por lo común es difícil observar infestaciones en estos momentos, por lo que las muestras quedarán identificadas y en observación. Si se presentan condiciones apropiadas para el desarrollo de las plagas se debe aumentar la frecuencia de muestreo. En cada muestreo se debe controlar: temperatura, humedad, estado general del grano, especies presentes y grado de infestación. Es conveniente ayudarnos de la termometría para facilitar el control de la temperatura, indicador de suma importancia. Al momento de realizar el muestreo se sugiere calar los silos o bolsas, y si se trata de almacenamiento a granel, tomar las muestras cuando se mueve el grano. Una vez extraídas, las muestras deben ser extendidas sobre una superficie amplia, que favorezca la apreciación visual de la mercadería. Si se de-

tectan insectos pero los mismos están inmóviles, se recomienda someterlos por unos minutos al calor y luz de una lámpara incandescente para confirmar si realmente están muertos.

## Sistemas de almacenamiento

### 1) Sistema Tradicional

Son los sistemas más difundidos del país, entre los que se encuentran los silos de chapa, celdas, silos malla de alambre, galpones, etc. En estas instalaciones, la característica principal, es que el aire que rodea los granos, prácticamente tiene la misma composición del aire del medio ambiente, siendo fundamental almacenar los granos secos (humedad de recibo 14%), para evitar el deterioro.

En este tipo de almacenamiento, a diferencia del silo bolsa, es necesario hacer un control estricto de los insectos ya que perjudican en gran proporción a los granos.

#### 1.1. Manejo del grano húmedo

Si bien la cosecha de Trigo se realiza en nuestra zona en un período del año en que las condiciones climáticas favorecen el secado, en los últimos años se registró un gran crecimiento en el área sembrada de Soja sobre Trigo; por esto, el productor trata de adelantar algunos días la cosecha del Trigo para la siembra de Soja de segunda, logrando así desocupar el lote y cosechar con menor enmalezamiento. Esto significa que el Trigo es cosechado con un 16 a un 18 % de humedad del grano (promedio), lo que genera un problema tanto económico como logístico. Ante esto el productor se ve obligado a entregar inmediatamente después de cosechado el grano húmedo al acopiador, para su secado y adecuado almacenaje, con un costo adicional. En consecuencia, se produce una concentración de camiones con cereal húmedo durante ese lapso, lo cual, lleva al acopiador a realizar el secado apresuradamente, utilizando altas temperaturas en forma excesiva, dañando las proteínas formadoras de gluten.

Si no se puede secar al mismo ritmo que se cosecha, se debe contar con instalaciones para almacenar y airear el "húmedo" hasta que pueda ser secado manteniéndolo así por algún tiempo sin deterioro. Si todo esto no se calcula correctamente se termina demorando la cosecha con el consecuente incremento de las pérdidas. Por lo tanto, se requiere de un tratamiento específico en instalaciones especialmente diseñadas para tal fin. Como dato orientativo podemos decir que si se recibe el Trigo con 14 % de humedad y a 30°C de temperatura ambiente, se lo podría almacenar por 30 días, pero si la

humedad sube al 16% el período de almacenamiento se reducirá en un 30%.

### 1.2. Aireación de los granos

Durante la época de almacenaje del Trigo la temperatura del grano puede llegar a los 30°C al momento de ponerlo en el silo. A esta temperatura el grano tiene mayor tasa respiratoria, y más posibilidad de desarrollo de insectos y hongos patógenos, por lo cual, la aireación es una alternativa para enfriar y uniformar la temperatura del grano de Trigo. En muchos casos se generan focos de calor en los granos, lo que puede deberse a un ataque de insectos y/o hongos, y la temperatura del grano no se hará uniforme debido a que el grano es un mal conductor siendo necesaria la aireación. También se pueden generar diferencias de temperatura dentro del silo debido a variaciones estacionales y diarias de temperatura.

El aire caliente, por tener menor densidad, se dirige hacia arriba, arrastrando humedad, y al llegar a algún punto frío, como el techo del silo, el aire condensa su humedad, lo cual genera agua libre que deteriora los granos.

Como hemos visto, el origen de este problema se debe a la diferencia de las temperaturas dentro de la masa de granos. El aireado nocturno del cereal dentro de los silos con aire frío nos permite, no sólo bajar y uniformar la temperatura de los granos, sino que dependiendo de la humedad del aire que entra al silo, reducir el porcentaje de humedad. Por lo tanto, en el mes de diciembre, se debería prender la aireación entre las 12 y las 6 de la mañana pues a esas horas la temperatura puede descender a 20°C o menos. Entonces en dos o tres noches la temperatura del grano descenderá a esos niveles reduciendo el riesgo de proliferación de hongos e insectos. En los meses siguientes -enero y febrero-, también existen noches frescas en que puede prenderse la aireación. A partir de marzo, cuando bajan las temperaturas, es posible con mayor facilidad, enfriar los granos a menor temperatura, logrando en pleno otoño e invierno llegar a 5-10°C.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta para una correcta aireación son:

- \* Contar en los silos con ventiladores de un caudal específico de 2.5 a 9 m<sup>3</sup> de aire/h/m<sup>3</sup> de grano para lograr una aireación de mantenimiento.
- \* Ingresar grano limpio para evitar la acumulación de material fino en el centro del granel (dificulta el pasaje de aire), o colocar desparramadores de granos (evita la acumulación de material fino en el centro del depósito); otra opción es, luego de llenar el silo, sacar grano hasta emparejar el copete, limpiarlo y volverlo a ingresar.
- \* Utilizar la termometría para detectar posibles au-



mentos de temperatura.

\* Airear con humedad relativa (HR) inferior a 70%, ya que así, la humedad del grano en equilibrio será del 14%. Si esto no se logra, se deberá airear cuando se cuente con 5°C o más de diferencia de temperatura entre el aire y el grano (aire más frío que el grano) independiente de la humedad del aire, evitando así humedecer el grano.

### 1.3. Secado de los granos

Para secar los granos, estos son ventilados con aire, ya calentado a los fines de reducir su humedad relativa logrando así ventilar los granos con aire seco. El secado es el procedimiento de poscosecha, que más atención requiere para no afectar la calidad de los granos, además de ser una de las tareas con mayor costo por tonelada.

Si bien en nuestro país se seca menos del 30% del Trigo que se cosecha, el volumen de este cereal que pasa por las secadoras es importante. El principal uso del Trigo es la panificación, por lo que el principal aspecto a tener en cuenta es el efecto del secado sobre la calidad del gluten. Es importante tener en cuenta que el gluten se comienza a deteriorar cuando el grano supera temperaturas de 65°C, por lo que la temperatura que alcancen los granos en el interior de las secadoras deberá ser inferior a ésta. Si el gluten de Trigo resulta alterado se reduce su calidad panadera, obteniendo harinas que producen un pan de miga deficiente, poco esponjoso, duro y de escaso sabor. (Tabla 6)

Tabla 6: Influencia de la temperatura de secado sobre la calidad industrial del Trigo.

TEMPERATURA DEL GRANO.	Peso Hectolítrico	Gluten Húmedo %	Valor panadero
Testigo	78.00	36.5	95
50 °C	77.15	36.4	93
70 °C	75.10	No aglutina	85
90 °C	74.65	No aglutina	84
110 °C	72.60	No aglutina	82
140 °C	72.40	No aglutina	82

Por ello, el secado del Trigo se debe realizar con sumo cuidado, midiéndose la temperatura de entrada del aire de secado y la temperatura del grano, procurando regularla a medida que el grano se va secando. Los granos con mayor contenido de humedad no suelen elevar demasiado su temperatura

por tener para evaporar mayor cantidad de agua. A medida que el grano se va secando, al ser menor la cantidad de agua a evaporar, el calor suministrado eleva la temperatura del grano, pudiéndose llegar a sobrecalentar el grano, produciéndose el cementado del grano, por el cual se da un endurecimiento de la cubierta externa que impide el secado de la parte interna. Por lo cual muchas veces se produce el revenido (el grano después de haber sido secado eleva su humedad por migración de humedad desde el interior). Debido a las razones anteriormente citadas el secado de los últimos puntos de humedad resulta muy dificultoso. Por ello, las secadoras continuas bien diseñadas permiten secar el grano más húmedo con temperaturas más elevadas e ir reduciendo la temperatura del aire a medida que el grano se va secando.

Otro aspecto a tener en cuenta al secar, además de la temperatura, es la velocidad a la cual se produce el secado; si el secado se realiza muy rápidamente sólo logramos secar la parte externa del grano, quedando la parte interna aún húmeda, siendo esta otra causa del revenido. Esto además provoca una pérdida en la elasticidad del gluten del Trigo.

En todos los casos y principalmente en el secado artificial, antes de secar, es conveniente realizar una prelimpieza, para eliminar las impurezas (hojas, tallos, etc.) y reducir inicialmente la humedad de los granos. También resultaría conveniente realizar una clasificación de las distintas partidas, fundamentalmente en base a su humedad, y efectuar siempre una aireación de mantenimiento cuando haya que esperar para el secado, especialmente si el grano posee más de un 17% de humedad.

Cada sistema de secado y cada tipo de grano tienen sus problemáticas particulares. A continuación se resumirán los principales aspectos a tener en cuenta en cada caso.

#### 1.3.1. Secado con aire natural

Para realizar esta práctica debe contarse con los provistos de sistemas de aireación bien proyectados y con una potencia suficiente para que el proceso se desarrolle en un período de tiempo aceptable. Sin embargo, bien conducida, este tipo de aireación produce la mejor calidad de grano, ya que la temperatura y la velocidad del secado es baja, y debido a esto, es especialmente apto para secar semilla en volúmenes relativamente reducidos.

Para lograr un eficiente secado, antes que comience el deterioro, el grano no deberá tener una humedad superior al 18% y el caudal específico de aire del ventilador debe ser de 120 a 360m<sup>3</sup> de aire/h/m<sup>3</sup> de grano. Para lograr la humedad del grano buscada, se deberá tener en cuenta la relación existente entre la humedad relativa del aire intergrana-

rio, y la humedad del grano. Si la humedad buscada es igual o menor al 14%, el aire deberá tener una humedad relativa (HR) inferior al 70%.

Para el cálculo del volumen de aire a utilizar y el tiempo necesario, previo al secado se recomienda utilizar el programa desarrollado por los Ingenieros Agrónomos Domingo Yanucci y Cristian Segarra. Disponible en [www.cosechaypostcosecha.org](http://www.cosechaypostcosecha.org).

### **1.3.2. Secado con temperatura artificial**

Dependiendo si el grano está estático o en movimiento al momento del secado las secadoras se clasifican en estáticas y continuas respectivamente. El sistema de secado continuo es el más difundido, por tener varios puntos a favor como por ejemplo que en la gran mayoría de los casos con un único pasaje por la máquina la mercadería queda en condiciones de ser despachada y/o almacenada.

#### **a) Secado estático**

Normalmente estas secadoras tienen una capacidad de 5-7 t/hr, la cual, es menor que las continuas. Se recomienda que estos sistemas posean roscas mezcladoras. Éstas tienen la función de homogeneizar la humedad del grano en el interior del silo, pero son más útiles cuando la temperatura de secado es baja (sólo unos grados por encima de la temperatura ambiente). En el caso de sistemas que funcionen a alta temperatura (40° o más), es conveniente utilizar roscas extractoras que vayan "barriendo" la capa más seca de granos de la parte inferior del silo. En estos casos el sistema puede funcionar como seca-aireación, ya que el grano sale caliente (40-60°C), y debe ser enfriado en otro silo.

La condensación de vapor de agua en la parte superior es uno de los principales problemas de estos sistemas, y en la mayoría de los casos sólo puede ser solucionado colocando extractores de aire.

#### **b) Secado continuo**

Las secadoras continuas más difundidas en nuestro país son las de flujo cruzado y las de flujo mixto. En este trabajo se describe:

### **1.3.3. Secadoras de columnas (flujo cruzado)**

El principal problema de este tipo de máquinas es el gradiente de humedad que se crea en la columna de secado. El grano cercano a la pared por donde ingresa el aire caliente sale a la misma temperatura del aire, y se sobreseca respecto al grano cercano a la pared por donde sale el aire de la columna. Esta característica obliga a ajustar la regulación de la temperatura de la máquina, sobre todo en Trigo, para no dañar la calidad panadera, ya que se pueden producir ciertos problemas de desuni-

formidad de secado, como el daño del gluten por alta temperatura. La mezcla de grano con alta temperatura y que ha sufrido sobreseco, con el grano a baja temperatura y subseco, produce una descarga de la secadora de una masa que en promedio posee la temperatura y contenido de humedad deseados, pero con granos de distinto grado de humedad, la cual no se hará uniforme. Consecuentemente este tipo de secadoras da granos de calidad desuniforme.

### **1.3.4. Secadoras de caballetes (flujo mixto)**

Las secadoras de caballetes realizan un secado más homogéneo del grano, evitando en gran medida los problemas que poseen las secadoras de columnas, y permiten trabajar a temperaturas de secado superiores a las máquinas de columnas.

### **1.3.5. Secadoras aireadoras**

Las máquinas adaptadas para un sistema de seca-aireación están convertidas a todo calor. El grano sale de la misma caliente y con dos puntos de humedad por encima de la humedad de recibo; luego de salir de la máquina se lo deja estabilizar en un silo al menos por 6 horas donde pierde los últimos dos puntos de humedad de manera paulatina, aprovechando así para el secado el calor del grano, y finalmente se lo enfría. Este sistema fue ideado para disminuir el porcentaje de grano fisurado en Maíz, el cual, se produce al no dejar estabilizar el grano luego del período de calentamiento y antes del enfriado, como en el caso del secado convencional. Los principales aspectos a tener en cuenta en seca aireación son:

- \* El rendimiento de los equipos puede aumentar en más de un 50%.
- \* La calidad del secado es mayor.
- \* El consumo de combustible es menor.
- \* Se debe contar con equipos de aireación correctamente dimensionados en los silos destinados para el enfriado y secado final. El caudal específico del aire debe ser de 35 a 60 m<sup>3</sup> de aire /h/ m<sup>3</sup> de grano.

## **2) Sistema de Atmósfera Modificada**

En los últimos años, la tecnología de almacenaje de granos en silo bolsa ha tenido una explosión en nuestro país, impulsada por una serie de ventajas operativas que se nombrarán a continuación, calculándose que en esta campaña, de los más de 30 millones de toneladas de granos que el país almacenará, 13 millones se guardarán con esta tecnología.

## **Almacenaje en Bolsas Plásticas**

Para el productor de Trigo el sistema de almace-

naje en silo bolsa presenta las siguientes ventajas:

- \* Posibilidad de retener el cereal en el campo.
- \* Ahorro en el costo del transporte.
- \* Eficiencia en el movimiento del grano hacia el acopio y terminales.
- \* Eficiencia en el secado y manipuleo, lo que desemboca en mayor calidad del grano.
- \* Ahorro en el costo del manipuleo de los granos en el acopio.
- \* Menor riesgo comercial.
- \* Mejores opciones de comercialización.
- \* Alta capacidad de cosecha por unidad de tiempo, por capacidad de máquina embolsadora.
- \* Cosechar aún con falta de caminos por contingencias climáticas.
- \* Diferenciación de la calidad de los productos almacenados.
- \* Compartir estructuras de almacenamiento entre cultivos o productos.
- \* Alta capacidad de almacenaje con mínima inversión (altos intereses por infraestructuras costosas).
- \* Control de insectos y hongos en forma natural, menos contaminación.

Por otro lado, también presenta algunas desventajas y complicaciones técnicas:

- \* Alta superficie expuesta.
- \* Fragilidad ante contingencias climáticas, principalmente granizo.
- \* Se produce alta cantidad de desecho plástico al momento del vaciado, que si no es reciclado, es un alto contaminante ecológico.
- \* Susceptibilidad al daño por roedores, perros, etc.

### **Atmósfera interior del silo bolsa**

Para que un sistema de almacenaje sea exitoso es necesario que se creen dentro del granel condiciones desfavorables al desarrollo de insectos y hongos, y que además disminuya la propia actividad de los granos.

La premisa fundamental de todo almacenaje es que sea hermético; de esta forma, se impide el pasaje de aire y gases entre el interior y el exterior del recipiente, y así se modifica la atmósfera intragranelaria, por los procesos respiratorios de los integrantes bióticos del granel (granos, insectos, hongos, etc.), hasta un nivel que suprima o inactive la capacidad de reproducción y/o desarrollo de las plagas de los granos almacenados. Estos procesos consumen el oxígeno existente en el ambiente, produciendo un aumento de la concentración del dióxido de carbono, y si el envase no se daña y está correc-

tamente montado, se crean las condiciones favorables para la conservación en el tiempo.

El riesgo de deterioro aumenta cuando se almacenan los granos con tenores de humedad altos (17-20%), ya que crece la probabilidad que se desarrollen microorganismos anaeróbicos facultativos como las bacterias y las levaduras.

Los granos muy húmedos, con daño climático y mecánico, son los primeros en ser atacados por microorganismos, convirtiéndose luego en fuente de contaminación para los granos sanos; por lo tanto, la calidad inicial al momento del embolsado influye en gran proporción en el comportamiento de los granos durante el almacenamiento.

La temperatura exterior del ambiente, también tiene gran influencia en el comportamiento de los granos en el interior de los silos bolsas. Es decir, que cuando las temperaturas superan los 20° C, crece el riesgo de desarrollo de microorganismos, sobre todo en granos húmedos. En la forma práctica, esto se puede interpretar diciendo que durante el invierno los granos húmedos almacenados en bolsas tienen mejor comportamiento que en verano.

Casini, Pagliero y Clemente (2002), demostraron en un ensayo realizado en la localidad de Coronel Suárez, provincia de Buenos Aires, el efecto que producía en condiciones de campo, cubrir 6 bolsas de 240 t. c/u conteniendo Maíz con un 19% de humedad, con una media sombra al 80%, la cual tenía como objetivo disminuir el efecto de la radiación solar sobre la temperatura interior del silo. Los resultados de la experiencia, permitieron a los autores llegar a la conclusión de que una gran amplitud térmica provoca una condensación de humedad en la parte superior de silos llenos con granos con un alto contenido de humedad, y la utilización de un sombreado artificial como la media sombra se recomienda para atenuar el efecto de la temperatura y su promoción de condiciones que afectan la calidad de los granos (Figuras 2 y 3).

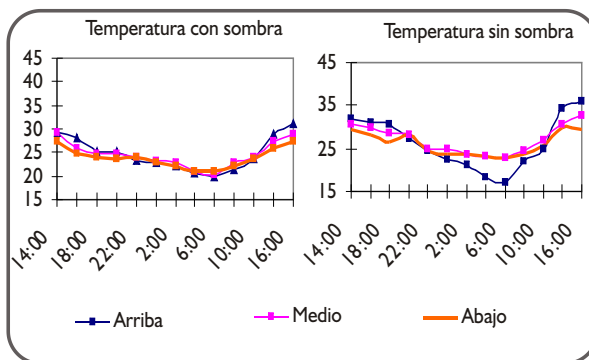


Figura 2. Temperatura en el interior del silo bolsa, según posición y hora del día, comparando bolsas cubiertas con media sombra y sin cubrir. Casini, Clemente, Pagliero 2002.

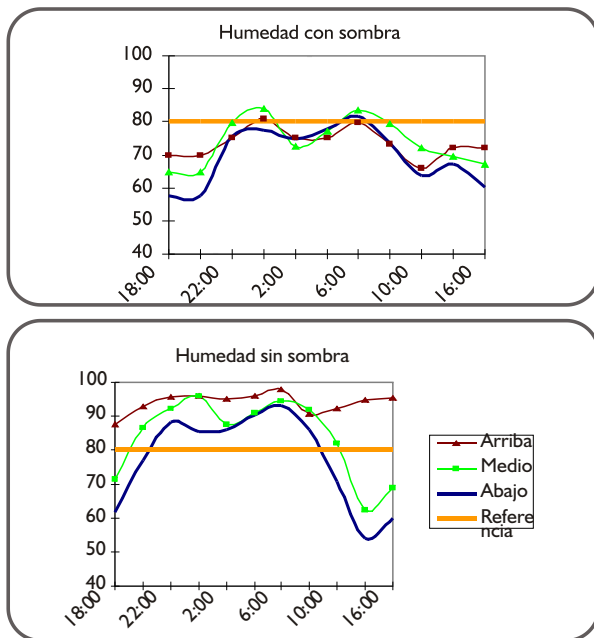


Figura 3. Humedad en el interior del silo bolsa, según posición y hora del día, comparando bolsas cubiertas con media sombra y sin cubrir. Casini; Clemente; Pagliero 2002.

En los ensayos realizados por el INTA sobre embolsado de Trigo en silo bolsa a cargo de: Ing. Agr. Cristiano Casini, Ing. Agr. Mario Bragachini (EEA Manfredi), Ing. Quím. Martha Cuniberti (EEA Marcos Juárez), Ing. Agr. Rodríguez, Ing. Agr. Ricardo Bartosik. (EEA Balcarce) y Malinarich (consultor Privado), se llegaron a las siguientes conclusiones.

### Conclusiones obtenidas por ambos ensayos

Los resultados de ambos ensayos realizados, muestran las mismas tendencias lo que nos permite sacar las siguientes conclusiones:

- 1) Con granos secos no hay deterioro causado por el sistema de almacenamiento.
- 2) No hay generación de calor propio del silo-bolsa aún con granos húmedos.
- 3) La variación de temperatura interior del silo, acompaña la variación de la temperatura ambiente.
- 4) No hay modificación de la humedad inicial de los granos.
- 5) Hay una tendencia al deterioro de la calidad de los granos húmedos almacenados con este sistema en el tiempo. A mayor humedad del grano, los tiempos de conservación se acortan.
- 6) Las alteraciones de calidad se manifiestan principalmente cuando se rompen las bolsas.
- 7) Hay movimientos convectivos de aire en el interior de la bolsa. Esto se acentúa en aquellas áreas donde hay una mayor amplitud térmica, pudiendo provocar la condensación de humedad en la

parte superior. Esto se manifiesta en mayor proporción en primavera. Además en los lugares donde la bolsa presenta depresiones (floja), se nota una tendencia a condensar humedad en la parte superior, contra el techo del silo.

- 8) El deterioro disminuye cuando las bolsas, con granos almacenados, están bien armadas (con la presión recomendada, sin depresiones y bien cerradas).

### Guía práctica para el embolsado de granos.

Ésta es una tecnología sencilla y de bajo costo, aunque es necesario tener en cuenta varios aspectos para no fracasar en su utilización:

- 1) El principio básico es el de guardar los granos secos en una atmósfera auto modificada, con bajo oxígeno y alta concentración de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Con esto se logra el control de los insectos y de los hongos que son los mayores causantes del aumento de la temperatura de los granos.
- 2) También es necesario considerar que los granos son organismos vivos y deben estar sanos, sin daños mecánicos y limpios, para tener mayor posibilidad de mantener su calidad durante el almacenamiento.
- 3) La tecnología de embolsado de granos secos requiere un adecuado llenado de la bolsa para expulsar la mayor cantidad de aire posible, no dejando "floja" la bolsa ni tampoco sobrepasar la capacidad de estiramiento aconsejada por los fabricantes, medida sobre la regla que se presenta en el costado de la bolsa.
- 4) La calidad de la bolsa es fundamental para una buena conservación. Esta bolsa debe permitir un adecuado estiramientos in perder, por un tiempo prolongado, su capacidad de contener a los granos y su impermeabilidad.
- 5) El lugar donde se ubica la bolsa debe ser lo más alto posible, lejos de árboles y de cualquier posible fuente de rotura. El piso debe ser firme y liso para que permita un buen armado de la bolsa y no se rompa en la parte inferior. Esto también facilita el vaciado de la misma.
- 6) Como regla general, la humedad con la cual se deben almacenar los granos no debe sobrepasar la humedad base para la comercialización. Cuanto menor es la humedad del grano, mejor será la conservación y mayor el tiempo disponible para guardarlos. Cuando se trata de semillas las condiciones son aún más estrictas.
- 7) A medida que aumenta la humedad del grano a embolsar, aumenta el riesgo de deterioro. Las evaluaciones realizadas por el INTA han demostrado



que existe un deterioro en la calidad de los granos cuando se almacenan con alto contenido de humedad, en silos bolsa. Únicamente se pueden almacenar granos húmedos, en silo bolsa, cuando existen condiciones de emergencia y sin otra alternativa. En estos casos, para disminuir el riesgo de deterioro, es aconsejable montar una cobertura como la media sombra que permita atenuar la incidencia de la temperatura exterior.

- 8) Se debe tener en cuenta que es una tecnología simple, pero requiere de extremo cuidado para proteger y mantener la integridad de la bolsa. El control debe ser permanente para tapar inmediatamente las roturas.
- 9) En todo momento recuerde que cuanto mejor es la calidad del grano a embolsar mejor será su conservación.
- 10) Al planificar el almacenamiento en bolsas plásticas se recomienda tener en cuenta las tablas orientativas que se describen a continuación. (Tabla 7 y 8)

Tabla 7: Riesgo de almacenamiento, según humedad del grano de Trigo, en silo bolsa.

Riesgo por humedad del grano de Trigo		
Bajo *	Bajo – Medio	Medio – Alto
Hasta 14%	14 – 16%	Mayor a 16%

Tabla 8: Tiempo de almacenaje de Trigo, según contenido de humedad del grano y su riesgo, en silo bolsa.

Riesgo por tiempo de almacenamiento			
Contenido de Humedad	Bajo	Bajo – Medio	Medio - Alto
Trigo 14%	6 meses	12 meses	18 meses
Trigo 14 – 16%	2 meses	6 meses	12 meses
Trigo >16%	1 mes	2 meses	3 meses

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

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.

## Conclusiones

Finalmente podemos decir que, para cualquier tipo de almacenamiento, cuanto mejor es la calidad inicial de los granos, mejor será su conservación. Es importante tener en cuenta que la calidad se logra durante todo el proceso de producción. Calidad es simplemente hacer todo bien desde un principio.

## Control de plagas

Trigo es uno de los cereales con mayor susceptibilidad a las plagas, dado que su momento de cosecha, en época estival, va acompañado de altas temperaturas que favorecen el desarrollo de las poblaciones de insectos durante el almacenaje.

Las características de los sistemas de silo hacen que se desarrollen distintos tipos de plagas en los silos convencionales. Tienen mayor incidencia en éstos, los insectos, ácaros y los microorganismos aerobios, y en los silos bolsa quienes tienen mayor importancia son los roedores y los microorganismos anaeróbicos.

Con respecto a los insectos plaga podemos diferenciarlos por el tipo de infestación en:

**Infestación primaria:** Estos pueden atacar al grano sano y producir la primera infestación. Al completar su ciclo dejan el grano picado. Entre los insectos de infestación primaria encontramos a los gorgojos (*Sitophilus spp.* y *Acanthoscelides obtectus Say*), palomita de los cereales (*Sitotroga cerealella Oliv.*) y taladrillo de los cereales (*Ryzopertha dominica F.*).

**Infestación secundaria:** No pueden penetrar por la estructura de protección del grano. Atacan granos atacados por insectos de infestación primaria, rotos, productos, subproductos de la molienda y procesados. Dentro de esta categoría podemos citar: carcoma dentada (*Oryzaephilus surinamensis L.*), carcoma achatada (*Cryptolestes pusillus* y *Cryptolestes ferrugineus steph.*), tribolio castaño (*Tribolium castaneum herbs.*), tribolio confuso (*Tribolium confusum duv.*), gusano oscuro de la harina (*Tenebrio obscurus F.*), carcoma grande (*Tenebroides mauritanicus L.*), polilla de la harina (*Anagasta kuehniella zell.*) y polilla de la fruta fresca (*Plodia interpunctella Hbn.*)

Existen numerosos factores que inciden en la magnitud del ataque de las plagas; ya mencionamos a la temperatura, factor que afecta directa o indirectamente a todas las variables. Es un elemento de diagnóstico de alteraciones, ya que todo deterioro es acompañado por la liberación de calor.

No son activos con temperaturas menores a 15 grados centígrados.



Los ácaros no son activos con temperaturas menores a cinco grados centígrados.

A temperaturas más bajas y con menor desarrollo de hongos, menor respiración y degradación de los plaguicidas residuales y menor difusión y efectividad de los fumigantes.

En el gráfico siguiente podemos ver el efecto que tienen las diferentes temperaturas sobre los insectos.

Otros de los factores son: la humedad (con respecto a los insectos, pueden desarrollarse con bajos valores de humedad, pero los ácaros requieren de agua libre para multiplicarse), las condiciones de cosecha, el acondicionamiento y manipuleo, el trato agresivo al grano (que provocan daños mecánicos que afectan el manejo y la conservación). El tegumento del grano posee importantes funciones y protege a las estructuras internas contra choques u otros efectos abrasivos; además sirve de barrera a la entrada de microorganismos y al ataque de algunos insectos; también actúa en la regulación del intercambio gaseoso y de humedad, y en algunos casos, regula la germinación.

### **Tipos de daños:**

#### **Daños directos:**

Consumo y contaminación.

#### **Daños indirectos:**

Calentamiento y migración de humedad. El alimento básico de los insectos es el almidón, éste y otros componentes del grano se metabolizan liberando calor y humedad, pudiendo generar intensos focos de calor, esta diferencia de temperatura en la masa de granos conlleva movimientos de aire que termina con incrementos de humedad en las zonas más frías. Otros daños son transmisión de enfermedades, distribución de hongos y otros microorganismos incremento en los costos de almacenamiento (por el uso de insecticidas) y distribución de micotoxinas.

### **Control integrado de plagas (C.I.P):**

El objetivo del control integrado de plagas es re-

ducir la incidencia de plagas a un mínimo haciendo uso de todos los medios disponibles mediante diferentes combinaciones de métodos.

Los pasos a tener en cuenta para realizar un buen control son los siguientes:

Higiene y limpieza, Inspección mediante la toma de muestra uso de trampas, medición de la temperatura los insectos producen focos de calentamiento con temperaturas máximas que pueden llegar a treinta y cinco o cuarenta y cinco grados centígrados. Una vez detectada la presencia de la plaga es conveniente desarrollar una estrategia de control. Los puntos a tener en cuenta para delinear una estrategia son:

- Especies de insecto a controlar.
- Estadío en el cual se encuentra.
- Lugar de almacenaje del producto donde vamos a realizar el control.

### **Métodos de Control:**

#### **Control biológico:**

Es importante tener en cuenta que toda plaga tiene enemigos naturales. Dentro de esta alternativa encontramos:

#### **Parásitos y predadores:**

Recurriendo a este tipo de control, sólo se puede reducir la población de insectos plagas, puesto que el nivel de la población de parásitos y predadores acompaña al de las plagas.

En el caso de los parásitos, estos sólo atacan a un individuo, mientras que los predadores pueden causar la muerte de varios a lo largo de su vida.

La afectividad de estos parásitos y predadores reside en su capacidad de adaptarse al medio, tasa de multiplicación, adecuada movilidad dentro de la masa intergranaria y rápida respuesta de adaptación a cambios en el número de insectos. La tendencia actual es buscar insectos más grandes como microhimenópteros que actúen como depredadores de la plaga en cualquier estadío, ya sea, parasitándolo o comiéndolo.

Ejemplos para este tipo de control pueden ser: *Avisopteronalus calandrae*, parásita a especies del género *Sitophilus*, *Cheyletus eruditus* S. es un ácaro que ataca depredando a otros ácaros y pequeños insectos, como larvas de polillas y psócidos (piojos).

#### **Patógenos de plagas:**

Pueden reducir, e inclusive eliminar una determinada población; son altamente específicos, e incluso pueden ser compatibles con los insecticidas tradicionales.

*Bacillus thuringiensis*: es muy efectivo, sobre todo

para polillas como *Ephestia kuehniella*, *Ephestia cautella* y *Plodia interpunctella* H. Esta alternativa de control es muy interesante si tomamos en cuenta el hecho de que ciertas especies de estas polillas son tolerantes a los plaguicidas residuales. La ventaja de este método es que es altamente específico y no genera resistencia, como desventaja se puede mencionar que no está disponible para plagas importantes y su efectividad depende, en muchos casos, de las condiciones ambientales.

### **Feromonas:**

Sustancias de naturaleza hormonal que se utilizan para alterar el comportamiento de la población en sus hábitos sexuales. Se usan en monitoreo y para reducir la cópula por alteración del medio.

### **Reguladores de crecimiento:**

Son utilizados en aquellos casos que el almacenaje es por tiempo prolongado, porque brindan protección por un largo plazo y actúan por reducción de la población, aunque no actúan sobre las formas ocultas.

### **Métodos físicos:**

Consiste en la utilización de:

#### **Calor:**

Aire caliente a alta velocidad, sesenta grados centígrados durante tres minutos. La alta velocidad que posee la masa de aire caliente hace que el grano quede suspendido, y de esta forma, se elimina a los insectos plagas. Esta técnica sólo se aplica en Trigo.

#### **Gases inertes:**

La aplicación de gases tales como el dióxido de carbono o el nitrógeno son muy costosos; requieren de instalaciones herméticas, provisión de gas, etc., factores que hacen engorrosa su implementación.

#### **Frío:**

Este método, si bien no es una técnica nueva, ha cobrado importancia recientemente, sobre todo en Brasil. Consiste en insuflar aire frío (producido artificialmente) a través de la masa de granos almacenada tanto en silos convencionales, como celdas; el proceso es interrumpido cuando la temperatura de los granos se encuentra entre 14 y 17 °C, el frío es conducido por el sistema de aireación sin utilizar el ventilador, el proceso puede durar horas, días o semanas, en función del tamaño de los silos, potencia de la máquina, producto a enfriar, localización geográfica y principalmente del diseño de los ductos de aireación. La temperatura se mantendrá estable por varios meses dependiendo de las condiciones climáticas y de la estructura de almacenaje.

### **Tierra de diatomeas:**

Las diatomeas son antiquísimas y microscópicas algas, huecas y con carga eléctrica negativa que perforan los cuerpos queratinizados de los insectos de sangre fría, los cuales mueren por deshidratación. La acción de las diatomeas es física-mecánica, esto hace imposible la aparición de resistencia en plazos previsible. Para aumentar su eficiencia insecticida, la tierra de diatomeas incorpora una ínfima dosis (0,025%) de piretrinas, irritativo del sistema nervioso de los animales de sangre fría, que ayuda a la adhesión de las diatomeas al cuerpo de los insectos, esta mezcla es conocida como Porfín. La dosis recomendada es de 2 a 3 kg/tn. Sin embargo requiere de condiciones óptimas, principalmente temperatura, para que el insecto desarrolle su actividad fin de posibilitar una máxima exposición al producto, también es importante una distribución uniforme del mismo.

### **Métodos químicos:**

#### **Tratamiento de instalaciones:**

Generalmente son líquidos o polvos residuales que se pulverizan en pequeñas gotas o se espolvorean sobre las instalaciones.

#### **Tratamiento preventivo:**

Se realizan sobre grano en movimiento, tratando de generar condiciones inadecuadas para el desarrollo de las plagas. En este caso, también se trata de líquidos o polvos residuales que se espolvorean o fumigan sobre el grano en movimiento. Generalmente se prefiere la pulverización porque de esta manera se logra una distribución más uniforme. En muchos casos, los inertes que acompañan a los plaguicidas en polvo pueden afectar la residualidad del mismo; además, la tensión de vapor de los líquidos les otorga a estos la posibilidad de actuar con mayor rapidez y ejercer control parcial sobre las formas jóvenes u ocultas. Cabe citar que algunos inertes minerales que se encuentran en la formulación de los polvos pueden disminuir el peso hectolítrico del grano, esto en el caso del Trigo cobra mayor importancia puesto que unas de las formas de comercialización se da en función de este parámetro (sobre todo si se está en el límite de grado).

#### **Tratamiento curativo:**

Se realiza con fumigantes con el objeto de eliminar una plaga presente. Controla la infestación pero no brinda ningún tipo de protección contra futuras infestaciones. Generalmente para este tipo de control, se utilizan gases que actúan por inhalación. Requieren el mayor grado de hermeticidad posible y un tiempo de exposición determinado. Son influenciados por temperatura, método de aplica-

ción, etc. Dentro de esta rama, el producto más difundido comercialmente es Fosforo de aluminio, que se puede encontrar en pastillas, comprimidos y bolsitas; esta última forma es más aconsejable puesto que el fosforo de aluminio deja como residuo óxidos de aluminio, hasta un uno por ciento de fosforo sin reaccionar. La utilización de este compuesto en bolsitas evita el contacto del grano con dichos residuos.

En el caso del fosforo de magnesio la reacción es más rápida y total; es por eso que no queda fosfina sin reaccionar, pero sí pueden quedar como residuos algunos óxidos de magnesio.

**SO2F2:** tiene gran aceptación, posee una buena penetración en el grano y se lo está comenzando a utilizar en algunas instalaciones.

### Anexos:

Clave sistemática según el aspecto de los ataques de los insectos.

#### I. Granos perforados con un agujero

\*. Orificio de contorno irregular. Presencia de pequeños Coleópteros de 2,5 a 5 mm. de longitud, color marrón oscuro a negro con trompa: Gor-

gojos (Trigo, Cebada, Maíz, Arroz, Centeno)

\*. Orificio de contorno regular. Presencia de pequeñas mariposas con alas gris-amarillentas brillantes. Alucite (Maíz, Trigo, Cebada, Sorgo, Arroz)

#### 2. Granos comidos en el exterior por coleópteros, adultos y larvas sin tela o hilo

\*. Presencia de pequeños coleópteros delgados y ágiles de 3 mm. de longitud. Larvas minúsculas, difíciles de hallar, habitan a menudo en los granos rotos: Escarabajos (Trigo, Cebada, Centeno, etc.)

\*. Presencia de coleópteros de color marrón rojizo de 4 a 5 mm. De longitud, larvas amarillas, filiformes que pueden alcanzar los 6 mm.

Tribolium (Trigo, Cebada, productos cereales)

#### 3. Granos comidos en el interior, reducidos a restos por los coleóptero

\*. Tegumento casi intacto, abundante depósito de harina, pequeños coleópteros de 2,5 mm. de longitud, con el cuerpo cilíndrico y cabeza con capucha.

PRODUCTOS LIQUIDOS PARA CONTROL DE INSECTOS			
Principio activo	Marca	Dosis	Observaciones
Mercaptotión 100E		9 – 11 cc/t	
Mercaptotión 50E		18 – 22 cc/t	
Pirimifos-metil 50E	Actellic 50	6 – 10 cc/t	
Fenitrotión 50 + DDVP 30		10cc/t	
Mercaptotión 70 + DDVP 30		10 cc/t	
Clorpirifos-metil 48E	Reldan 48E	6-12 cc/t	
Fenitrotión 100E	Sumithion	6 cc/t	
Deltametrina 2,5 + Butóxido de piperonilo 20	K-Obiol	12/20 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F (taladrillo de los cereales)
Fenitrotión 25 + Deltametrina 0,65	K-Obiol F	20 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F (taladrillo de los cereales)
Fenitrotión 50 + Permetrina 6,5	Olkill Killup; Killer	10 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F (taladrillo de los cereales)
Fenitrotión 50 + Esfenvalerato 2,5 + Butóxido de piperonilo 25	Sumi-alfa plus	10 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F (taladrillo de los cereales)
Clorpirifos-metil 19,2 + Deltametrina 0,3	Reldan Plus	20 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F (taladrillo de los cereales)
DDVP 100E	DD-Post Devention 100 Dedefos 100 Ascariscer E100	10 cc/t	Para un almacenamiento máximo de 20 días
DDVP 100E	DD-Post Devention 100 Dedefos 100 Ascariscer E100	20 cc/t	Para un almacenamiento máximo de 30 días
DDVP 50E		20 cc/t	Para un almacenamiento máximo de 20 días
DDVP 50E		40 cc/t	Para un almacenamiento máximo de 30 días
DDVP 90 + Deltametrina 0,3	Devention Plus DD-Post Plus	10 cc/t	Para un almacenamiento máx. de 20 días Controla al Rhizopertha dominica F
DDVP 97 + Permetrina 3	Devention Plus Ascariceer Súper	10 cc/t	Para un almacenamiento máx. de 20 días Controla al Rhizopertha dominica F
DDVP 30E + Fenitrotion 50 + Deltametrina 0,5	Defentox Plus	10 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F
Fenitrotion 50 + Esfenvalerato 2,5	Neo Residual	10 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F
Fenitrotion 15 + Esfenvalerato 0,75	Neo Grano	10 cc/t	Controla al Rhizopertha dominica F <i>Aplicar en mezcla con aceite mineral blanco</i>



PRODUCTOS EN POLVO PARA CONTROL DE INSECTOS			
Principio activo	Marca	Dosis	Observaciones
Mercaptotión 1%		1 Kg./t	
Mercaptotión 2%		0,5Kg./t	
Mercaptotión 4%		0,25 Kg./t	
Mercaptotión 5%		0,20 Kg./t	
Fenitrotión 1,2 %		0,5Kg./t	
Fenitrotión 2,4 %		0,25 Kg./t	
Fenitrotión 3%		0,20 Kg./t	
Fenitrotión 3 + Permetrina 0,3	Olkill Polvo Kullup Polvo Ascariscer SP	0,20 Kg./t	Controla al Rhizopertha dominica F

"Aprobados por el SENASA y SAGyP"

Capucin (Trigo, Cebada, Arroz, Maíz, Mijo)

- \*. Sin depósito de harina, presencia de pequeñas larvas cubiertas de vello de 2 a 5 mm. De longitud, en grupos. Pequeños adultos ovoides, a menudo muertos.

Trogoderma (Trigo, Cebada, torta)

#### 4. Granos comidos en el exterior por las orugas y apelmazados con hilos y telas

- \*. Mudas de ninfas hacia el exterior de los granos. Presencia de pequeñas mariposas con alas manchadas de negro.

Polillas (maíz, restos, granos rotos)

- \*. Sin mudas ninfales visibles. Telas con deyecciones, presencia de mariposas con alas bicolors.

Plodia (maíz, trigo, arroz)

#### 5. Granos de leguminosas con agujeros regulares

- \*. Presencia de coleópteros de 3 a 4 mm. de longitud de formas redondeadas, grises o marrones con manchas más claras:

Gorgojos (leguminosas)

### Bibliografía

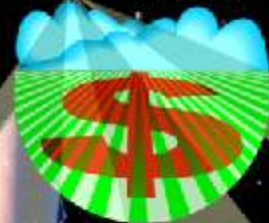
- Bragachini, M. y L. Bonetto. 1990. "Cosecha de Trigo. Equipamiento, regulación y puesta a punto de la cosechadora. Evaluación de pérdidas". Cuaderno de actualización técnica 6. INTA-PROPECO, Manfredi 60 p.
- Bragachini, M. y J. Giordano. 1990. "Primer curso de capacitación en equipo de cosecha para operadores del INTA". Manfredi, 14 p.
- Bragachini, M., Bonetto, L., Biron, A. y R. Bongiovanni. 1992. "Una cosecha eficiente para una agricultura sostenible". Información técnica 4. INTA-PROPECO, Manfredi 12 p.
- Bragachini, M., Bongiovanni, R. y L. Bonetto. 1991. "Monitores de pérdidas de granos". Hoja informativa 18. INTA - PROPECO, Manfredi (Argentina) 7 p.
- Bragachini, M., Bongiovanni, R., Ljubich, M., Gil, R., Bonetto, L. y A. Biron. 1993. "Sistemas de traslado de equipos de cosecha para reducir la compactación". Cuaderno de actualización técnica 12. INTA- PROPECO, Manfredi . 64 p.
- Bragachini, M., Bonetto, L., Bongiovanni, R., Giordano, J., Herbecer, N., Casini, C., y M. Ljubich. 1994. "Trigo: cosecha, secado y almacenaje". Cuaderno de actualización técnica N° 13. INTA-PROPECO, Manfredi (Argentina). 48 p.
- Bragachini, M.; Gil, R.; Bonetto, L.; Bongiovanni, R. y A. Biron. 1993. "Distribución de los residuos en la cosecha de Soja y Trigo para una agricultura conservacionista". Información técnica 8. INTA, Manfredi 9p.
- Bragachini, M., Casini, C., Von Martini A., Mendez, A., y M. Rinaldi. 2003. "Nueva alternativa del almacenaje de granos".
- Bragachini, M. 2003. "Pérdidas durante la cosecha en Argentina".
- Bragachini, M., Casini, C., y Cuniberti, M. 1996. "Ensayo de simulación de almacenamiento de Trigo en silo bag". Folleto de divulgación. 4 p.
- Bragachini M., Mendez A., Rinaldi M., Scaramuzza, F., y J. Peiretti. 2003. "Eficiencia de cosecha: Soja, Maíz y Trigo". Información técnica N° 5. Proyecto eficiencia de cosecha y post-cosecha de granos. INTA. 8 p.
- Bragachini, M., Bongiovanni, R., Von Martini A., Mendez, A., Casini, C., y J. Rodríguez. 2003. "Eficiencia de cosecha y almacenamiento de grano". Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. INTA Manfredi. 78 p.
- Bragachini, M., Méndez, A. y A. Von Martín. 2001. "Cosechadoras de Trigo". Eslabonamiento productivo del sector maquiaria agrícola. Mercado de cosechadoras. CFI.
- Bongiovanni, R. 2003. "Invertir en cosechadoras es negocio". Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. INTA Manfredi. 4 p.
- Bongiovanni, R. 2003. "Análisis de inversión en

- equipos de cosecha”. Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. INTA Manfredi.
16. Casini, C. 2002 “Guía para almacenar granos en bolsas plásticas”. Información técnica. Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. INTA Manfredi. 4 p.
  17. Casini, C., Clemente, G., Pagliero, M., y J. Quartucci. 2003. “Efecto de la temperatura exterior sobre la atmósfera interior del sistema silo-bag durante el almacenamiento de granos”.
  18. Casini, C. y J. Rodríguez. 2003. “Conservación de granos con sistemas tradicionales”.
  19. Cátedra de cultivos extensivos U.N.L., y Scamer S.R.L. 2003. “Determinación de eficiencia operativa del recuperador de granos Mancinelli”. Ensayo no publicado. 11 p.
  20. Crea. 1986. “Producción de Trigo”. Cuaderno de actualización técnica 32. Buenos Aires. p. 75-77
  21. De dios, C. 1985. “Trigo: cosecha, secado y almacenamiento”. Pergamino 3p.
  22. De dios, C. e tal. 1982. “Trigo, evaluación de cosechadoras”. Carpeta de producción vegetal, tomo IV, información 50. INTA Pergamino . 2p.
  23. De dios, C. et al. 1983. “Trigo, evaluación de cosechadoras”. Carpeta de producción vegetal, tomo V. información 56, INTA Pergamino . 2p.
  24. Deutz – Fahr. 1980. “Instrucciones de servicio, cosechadoras M1320, M1322 y M1322H”. República Federal de Alemania, 92p.
  25. De vito, C., González, N., y A. Rivoltella... 1992. “Trigo. Distribución de los residuos de cosecha”. Informe técnico 132. Carpeta de producción vegetal. INTA Pergamino 6 p.
  26. De Zanche, C. 1985. “Macchine per la raccolta dei cereali”. Roma (Italia), REDA, 144 p.
  27. Fiatagri – Iaverda. 1985. “Regolzioni de base per la mietitrebbiatura del vari prodotti”. Servizi tecnici de assistenza. 76 p.
  28. Formento, N. y V. Ramos. 1993. “La fusariosis de la espiga en cultivares de Trigo en la campaña 1991-1992”. Información parcial A2 13. INTA Paraná. 6 p.
  29. Giordano, J. y R. Bongiovanni. 1993. Manual de la cosechadora de cereales y oleaginosas. Cuaderno 7. Revista Ciencia Pura Agropecuaria. 47 p.
  30. Giordano, J., y H. Pescetti. 1992. “Distribución de los residuos de cosecha con picador modificado”. Informe técnico I. INTA Carlos Pellegrini 6 p.
  31. Griffin, G. 1973. “Fundamentos de operación de la máquina. Recolección con cosechadoras”. Illinois (EE.UU.), 195 p.
  32. Herbener, N. y J. Marcellino. 1992. “Evaluación del uso del desparramador centrífugo de la granza del zarandón en la cosecha de Soja”. Informe técnico I. INTA Río Cuarto. 6 p.
  33. INTA, 1981. “El cultivo del Trigo”. Buenos Aires, 185 p.
  34. Jedele, D.G., y L. L. Christianson. (1988). “Grain Drying, Handling and Storage Handbook”. Illinois. (EE.UU.).
  35. John Deere Argentina. “Manual del operador de cosechadoras 1065A y 1075”. Buenos Aires. 197 p.
  36. Ljubich, M; Bragachini, M. y N. Herbecer. 1994. “Análisis de costo y rentabilidad del servicio de cosecha gruesa para la campaña 1993/94”. Hoja informat. 28. INTA-PROPECO, Manfredi, 4 p.
  37. Morgan, M. y D. Ess. 1997. The Precision-Farming Guide for Agriculturists. Deere and Company. 118 p.
  38. Osses, B. G. 1989. “Efecto de la altura de corte y de la velocidad de operación en las pérdidas totales de grano en cosecha de Trigo con Automotriz”. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Santiago (Chile), 63 p.
  39. Puig, R. 1986. “Aireación nocturna de granos almacenados”. Carpeta de producción vegetal, T.VII. Información 92. INTA Pergamino. 5 p.
  40. Rodríguez, J., Bartosik, R. y H. Malinarich. 2000. “Almacenaje de granos en bolsas plásticas”. Ensayo de simulación no publicado.
  41. Señor. 1986. “Manual de instrucciones cosechadoras B6”. San Vicente, 30 p.
  42. Tombetta, E.; Cuniberti, M., y J. Viale. 1993. “Hacia una mejor calidad del Trigo argentino”. Hoja informativa 247. INTA Marcos Juárez, 6 p.
  43. Tombetta, E.; Viale, J. y N. Busto. 1980. “Cosecha anticipada de Trigo”. Hoja Informativa 62. INTA Marcos Juárez. 4 p. 44. Yanucci, D. 1989: “Control de plagas postcosecha de granos y semillas”. Buenos Aires. 80 p. 45. Yanucci, D. 1994: “Evolución del control de plagas de granos almacenados en Argentina”. Buenos Aires.
- <http://www.agriculturadeprecision.org>**
- Observación:** Material otorgado por gentileza del Ing. Agr. Ph.D. Cristiano Casini, Coordinador del Proyecto Nacional de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos INTA PRECOP, EEA Manfredi ([ccassini@correo.inta.gov.ar](mailto:ccassini@correo.inta.gov.ar))



## Proyecto Nacional AGRICULTURA DE PRECISIÓN ...hacia una agricultura sustentable

Agricultura  
de PRECISIÓN



### ¿Qué es la agricultura de precisión?

Es el uso de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote.

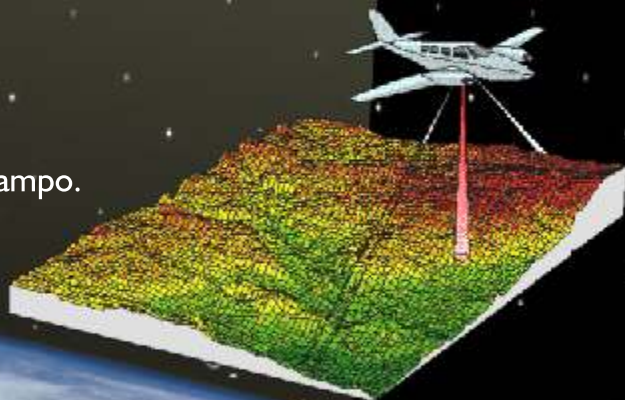
Involucra el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo.

Permite satisfacer una de las exigencias de la agricultura moderna: el manejo óptimo de grandes extensiones.

La A.P. puede ayudar a mejorar los márgenes, por un mejor manejo, por un aumento del valor del rendimiento (cantidad o calidad), y/o por una reducción en la cantidad de insumos.

### ¿Cuáles son los factores con mayor probabilidad de éxito?

- Elección de variedades de soja y espaciamiento entre hileras.
- Densidad de siembra variable en maíz.
- Dosis variable de N en maíz y trigo.
- Dosis variable de P y S.
- Encalado con dosis variable.
- Descompactación por sitios.
- Administración de las operaciones de campo.
- Etc.



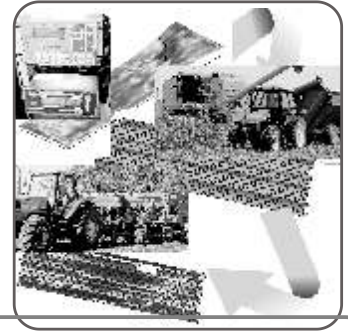
Consúltenos al TE/Fax: (03572) 493039 /53 /58 /61

E-mail: [agprecision@cotelnet.com.ar](mailto:agprecision@cotelnet.com.ar) / [agripres@onenet.com.ar](mailto:agripres@onenet.com.ar)

Visite nuestra página: [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)

*La página de Agricultura de Precisión de habla hispana más consultada.*





## Agricultura de Precisión, una realidad en el campo Argentino

*Autores: Ing. Agr. (MSc) Mario Bragachini – Ing. Agr. Andrés Méndez – Ing. Agr. Fernando Scaramuzza. Lic. Federico Proietti.*

*Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi - TE: 03572 493039 /53 /58 /61*

*Para mayor información: web: [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org) - E-mail: [agripres@onenet.com.ar](mailto:agripres@onenet.com.ar) / [agriculturadeprecision@yahoo.com.ar](mailto:agriculturadeprecision@yahoo.com.ar)*

El fundamento de la Agricultura de Precisión en Argentina y en el mundo se basaba en un principio, en poder manejar la variabilidad, la cual, según algunos autores, puede ser natural (topografía, génesis de suelo, etc.) e inducida (manejo de la fertilidad, rotaciones, etc.), o bien, la combinación de las dos variabilidades. En la actualidad, la Agricultura de Precisión en Argentina posee todas las herramientas que se encuentran disponibles en el resto del mundo, entre ellas, la tecnología GPS -la base de esta herramienta-, el monitor de rendimiento, los software, los monitores de siembra, el equipamiento para la aplicación de semilla y fertilizante, dosis variable, banderilleros satelitales y sensores remotos (como fotografía aérea, imágenes satelitales, etc.). Otros sistemas que también tiene utilidad para el control, son los registradores de actividades, utilizados en el campo por todas las máquinas (sembradoras, pulverizadoras, cosechadoras, etc.); entre ellos, pueden encontrarse los sistemas de guía (como lo son el autoguía y el volante hidráulico), NIRS sensores en tiempo real de proteína en grano (se mide en la noria de la cosechadora) y N sensor (se basa en sensores que leen biomasa e índice verde del cultivo y tienen la posibilidad de hacer la aplicación variable de fertilizante nitrogenado a medida que atraviesa la variabilidad). Éstas son prácticamente todas las herramientas que se encuentran en el mercado argentino, algunas más costosas que otras, y con mayor o menor aplicación a campo.

En la actualidad, no se discute la utilidad del monitor de rendimiento con GPS instalado en la cosechadora, ni tampoco algunos monitores controladores de actividades como pueden ser los monitores de siembra, entre otros. Los software disponibles cada vez son más utilizados, van aumentando sus prestaciones y potencialidad para el análisis de datos a la vez que son más amigables para el usuario. En lo que respecta a dosis variable merece un párrafo aparte dado que puede no ser rentable en lotes donde la variabilidad no sea bien definida y/o

de escasa magnitud, o donde se hagan recomendaciones sin tener el conocimiento adecuado sobre respuesta a fertilidad, densidades óptimas, etc. Las imágenes satelitales y las fotografías aéreas son de mucha utilidad si podemos leer lo que ellas expresan con las variaciones de colores que reflejan, y dependerá de la información que queremos recabar. Los banderilleros satelitales son una herramienta muy útil en cuanto a seguridad y calidad de aplicación a tal punto que no se justifica tener una pulverizadora autopropulsada sin banderillero satelital.

Las demás herramientas como lo son el N Sensor o el NIRS, el autoguía (volante eléctrico para guía de maquinaria), necesitan un análisis más detallado de costos / beneficios, según la situación que se pueda plantear en cada campo particular.

El proyecto de Agricultura de Precisión de INTA viene realizando en Córdoba desde aproximadamente 8 años, varios ensayos exploratorios con buenos resultados en cuanto a la información base que se genera de lotes con variabilidad o sin variabilidad. Estos ensayos cosechados con monitor de rendimiento brindan alrededor de 800 datos por hectárea, a diferencia del dato promedio de rendimiento que obteníamos de los diferentes lotes que se cosechaban. En lotes con escasa variabilidad el monitor de rendimiento puede brindar información útil sobre cuál es la mejor dosis de fertilización, el mejor híbrido, la mejor variedad, la mejor densidad de siembra, etc.; en lotes con alta variabilidad puede obtenerse información de la mejor dosis, híbrido, variedad, densidad de siembra, etc., ya no a nivel de promedio sino a nivel de sitio específico, o lo que es igual, en los diferentes ambientes que presenta un lote. Ejemplo de sitio específico, pueden ser las diferencias entre lomas, medias lomas y bajos, suelo sódico, con tosca, ambiente con influencia de napa freática, etc., datos muy útiles al momento de recomendar dosis o densidades para cada ambiente.



Los beneficios agronómicos pueden ser menores al 10%, en algunos casos con mayor y en otros casos con menor cantidad de insumos, o sea, con menores costos. Esas diferencias con los actuales márgenes pueden ser muy significativas en un resultado de rendimiento. Ejemplo: si el costo de un cultivo de Maíz es 8.000 kg/ha, extraer 9.000 kg/ha en lugar de 8.000 kg/ha cambia totalmente el resultado del negocio. Se sabe que ello implica conocimientos agronómicos y la utilización de herramientas de Agricultura de Precisión que cada día están más al alcance para mayor cantidad de usuarios.

Seguramente, en un país que subfertiliza, que no rota adecuadamente los cultivos, hablar de manejo de la variabilidad dentro de un lote no parece adecuado; sin embargo, conocer los resultados de los ensayos exploratorios e iniciarse en el tema parece como prioritario a corto plazo.

En junio del 2005, existían 21.000 equipos de cosecha en Argentina, 1.500 de ellos con monitor de rendimiento, y 1.300 con GPS y equipamiento para realizar mapas de rendimientos. Por otro lado, se estima un total de 400 equipos con operarios bien capacitados, esencial para cosechar buenos datos que, luego de un correcto diagnóstico de factores que afectan el rendimiento, permiten extraer conclusiones ricas en información, que facilitan la caracterización de los ambientes dentro de un lote o campo para posteriormente realizar un manejo eficiente de insumos en cada ambiente.

Cuadro 1. Cuadro de evolución de la adopción de las herramientas de

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
<b>Monitores de rendimiento TOTAL</b>	50	200	300	450	560	600	850	1300	1500
<b>Monitores de rendimiento con GPS</b>	25	75	155	270	400	420	600	900	1300
<b>Monitores de rendimiento sin GPS</b>	25	125	145	180	160	180	250	400	200
<b>DV en sembradoras y fertilizadoras</b>	3	4	5	8	10	12	25	40	120
<b>Banderillero satelital avión</b>	35	60	100	160	200	230	300	450	470
<b>Banderillero satelital pulverizadora</b>	0	10	70	200	400	500	2000	3000	4000
<b>Sensores de N en tiempo real</b>	0	0	2	2	4	5	6	7	7
<b>Auto Pilot (piloto automático)</b>	0	0	0	0	0	0	0	3	20

Agricultura de Precisión en Argentina.

## Monitores de Rendimiento y Software de Agricultura de Precisión disponibles en Argentina

El INTA Manfredi, para capacitar a operarios, asesores técnicos y productores realiza cursos sobre manejo de monitores de rendimiento y software de Agricultura de Precisión. Colaboran en esta capacitación las empresas Vassalli Fabril, John Deere, CASE / New Holland, Massey Ferguson, todas

poseedoras de monitores de rendimiento en sus cosechadoras, y también empresas como D&E / Tecnocampo que instalan monitores de rendimiento Ag Leader, como también entidades que brindan el servicio de toma de datos a campo.



Figura 1. Salón donde se dictan cursos de capacitación con capacidad para 120 asistentes con su propia computadora y/o monitor de rendimiento.  
Lugar INTA Manfredi. Pcia. de Córdoba.

La capacitación consiste en presentar en tiempo real con un demostrador, cuáles son y cómo se llevan a cabo los pasos de calibración de los diversos monitores que hay en el mercado, entre ellos, el Ag Leader 2000 que actualmente no se coloca más - pero se instaló desde el año 1996 a 2003 en Argentina-, hasta los más novedosos que cuentan con la posibilidad de realizar mapeos de rendimiento en tiempo real, como el caso del monitor de rendimiento Insight de Ag Leader -aún no implementado en el país debido a una incompatibilidad ya que necesita de cableado CAN Bus (esto será resuelto a fin del 2005)-. También se trabaja sobre el funcionamiento de los monitores de rendimiento de las empresas AGCO / Massey Ferguson, CASE / New Holland y John Deere, todos ellos con buena representabilidad en el mercado argentino.

## Monitores de rendimiento más difundidos en nuestro país



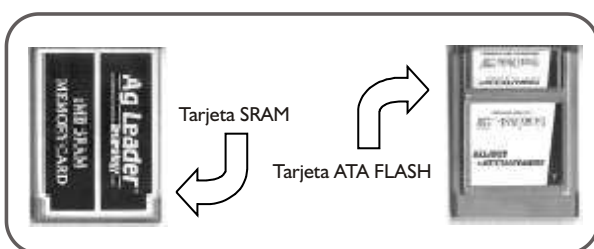
En líneas generales los mayores avances logrados en lo que respecta a monitores de rendimiento, se dieron en las pantallas y en la simplicidad de los software de los monitores, que han ido evolucionando las diferentes empresas para comodidad del usuario. Básicamente se ha logrado transformar a los monitores de gran cantidad de teclas, en monitores de pantalla activa, pudiéndose visualizar en la pantalla de cuarzo los botones digitales que el usuario deberá apretar para pasar de una pantalla a otra, lo que conduce a objetivos como información general de lotes, cargas, velocidad, flujo de trabajo, ren-

dimiento, etc., como así también acceder a pantallas de calibración de peso, distancia, humedad y/o vibración, entre otros factores dependiendo del monitor con el que se trabaje.

Los monitores son muy similares en cuanto a la información que brindan, pero tienen una serie de particularidades cuando mencionamos la calibración de los mismos. Por ejemplo, todos los monitores miden rendimiento, humedad (AGCO ya los posee en la serie de cosechadoras Gleaner y Massey de mayor tamaño pero no en los modelos anteriores), flujo, velocidad, cuenta hectáreas, entre otros. En lo que respecta a calibraciones todos los monitores deben ser calibrados en peso, humedad (excepto AGCO según modelo), y distancia (se debe corroborar en caso de no ser medida por GPS). La calibración se verá con mayor detalle más adelante.

### **Tarjetas de Memoria para almacenar datos**

En lo que respecta a tarjetas que almacenan datos de cosecha, se conocen básicamente de 2 tipos: SRAM y ATA Flash. Las tarjetas SRAM por lo general son de 1 Mb de capacidad y pueden almacenar 48 hs de datos si el intervalo de registro de datos es cada 3 segundos. A las tarjetas SRAM las utilizan los monitores Ag Leader 2000. En el caso de las ATA Flash (que externamente son idénticas a las SRAM) son utilizadas por casi todos los monitores de rendimiento de Ag Leader (PF 3000, PF Advantage e Insight) adoptadas por John Deere y CASE / New Holland. En el caso de AGCO / Massey Ferguson utilizan ATA Flash pero solamente pueden ser leídas por un lector adaptador externo, dado que la tarjeta posee una ranura especial. Las tarjetas ATA Flash para monitor de rendimiento funcionan bien hasta la capacidad de 64 Mb; las de mayor tamaño poseen dificultades en su funcionamiento. Una tarjeta de 64 Mb grabando datos cada 3 segundos puede grabar alrededor de 3.000 horas de cosecha. Con este razonamiento se podría estimar que esa tarjeta puede ingresarse al monitor al iniciar la campaña y extraerla cuando termina la campaña de cosecha. Pero lo ideal es bajar los datos de cosecha periódicamente para tener mayor seguridad en cuanto al registro de datos y poder prevenir cualquier inconveniente que surja en el almacenado.



### **Software de Agricultura de Precisión**

La cosecha con monitor de rendimiento no termina con el registro de datos en sí misma, sino que, una vez almacenados estos datos de rendimiento en la tarjeta, es de suma importancia poder observar los mismos en un mapa. Para realizar esta última tarea existen varios software que permiten “leer” el mapa de rendimiento. Existen dos tipos de programas para leer mapas: los específicos, que en su mayoría son desarrollados por las mismas empresas que proveen los monitores, y que en general, sólo leen los datos de su monitor, y los generales, que son aquellos que permiten leer datos de varios tipos de monitores y poseen potentes herramientas de análisis. Algunos programas pueden no leer todas las extensiones para realizar los mapas de rendimiento, ya que no todos manejan el mismo lenguaje con el cual se almacenó el dato.

Entre los software específicos, a su vez pueden ser clasificados en “abiertos” y “cerrados”; la diferencia entre estos dos subgrupos es la amplitud de programas que permiten acceder al mapa generado por el monitor. Entre los primeros se encuentran el JD MAP y JD Office de John Deere, los cuales, leen los datos de los monitores de la serie 50 y 60 respectivamente; el formato que utiliza el de serie 50 es “.gsy” y el de la serie 60 es “.gsv”. Otro programa es el Instant Yield Map de Case/New Holland; en un principio, estas cosechadoras utilizaban los monitores de Ag Leader pero en la actualidad utilizan los monitores AFS y el formato es “.yld”, el mismo que utilizaba anteriormente.

El tercer programa pertenece a la firma AGCO, y se denomina cerrado ya que el mismo no puede ser leído por ningún otro programa que el provisto por la misma empresa, y para poder leer los datos de este monitor es necesario no sólo el software sino también una lectora de tarjeta especial; una vez dentro del programa, es posible exportar los datos a los distintos formatos de mapas, lo que permite que pueda ser leído por otros sistemas de información geográfica.

Dentro de los cerrados también se encuentran software como el Farm Works que en sus últimas actualizaciones permite bajar los datos de varios tipos de monitores de rendimiento como los de la empresa Ag Leader, John Deere, Case / New Holland entre los más conocidos; otro programa que recién esta saliendo al mercado argentino es el software SMS de la empresa Ag Leader; éste permite leer los datos de todos sus monitores lanzados al mercado (Ag Leader 2000, PF 3000, PF Advantage, Insight) y también de la empresa Case / New Holland y John Deere, entre los más destacados.

Un tercer grupo englobaría al software lanza-

do por SSToolbox, el cual, también permite leer los datos de varios de los monitores de rendimiento disponibles en el mercado; este software junto con Arc View permiten no sólo la lectura sino también el procesamiento de los datos para varias actividades como los análisis de ensayos, grillas para muestras de suelo, interpolación de datos, correlación con diferentes resultados de muestreos de suelo y zonas de manejo.

Argentina dispone de 1.500 monitores de rendimiento y sus operarios necesitan capacitación permanente en el manejo de monitores y software. Este tipo de capacitación es de gran utilidad y sirve para conocer cómo evaluar ensayos (de híbridos, dosis de fertilización, variedades, etc), conocer la variabilidad de rendimiento (si existiera) debido a condiciones naturales de génesis de suelo o causada por la topografía, y permite obtener datos que sean un total reflejo de la realidad del lote cosechado, los que, con su posterior análisis, se utilizarán para la toma de decisiones futuras.

## Monitor de Rendimiento y Conocimientos de Calibración

### Monitor de rendimiento

El monitor de rendimiento para poder calcular debe poseer una serie de sensores que van instalados en la cosechadora, y su objetivo es medir y grabar el rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha el cultivo. Si a su vez se le adiciona un GPS podemos obtener los datos de rendimiento geoposicionados, o lo que llamamos mapa de rendimiento.

Los datos necesarios para el cálculo del rendimiento son:

1. Flujo de grano por unidad de tiempo.
2. Humedad del grano.
3. Velocidad de avance de la cosechadora.
4. Ancho de corte del cabezal.
5. Señal GPS si queremos obtener la georeferenciación de los datos para hacer el mapa de rendimiento.

Componentes necesarios en la cosechadora para obtener mapas de rendimiento:

1. Sensor de flujo de grano.
2. Sensor de humedad de grano.
3. Sensor de velocidad de avance.
4. Switch de posición del cabezal.
5. Consola del monitor, Ag Leader de CASE / New Holland, Green Star de John Deere, Field Star de Massey Ferguson y AGCO Allis, etc.

### Receptor GPS o DGPS.

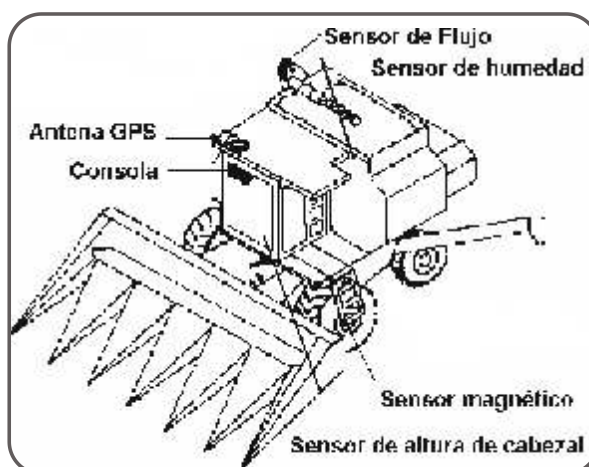


Figura 2. Representación esquemática de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora.

Tabla 1. Datos que ingresan a la tarjeta PCMCIA (latitud y longitud GPS) y a la consola del monitor para obtener el mapa de rendimiento

Lat.	Long	Velocidad Km/h	Flujo de grano (ton/hs)	Ancho de corte (m)	Rend. Húmedo (kg/ha)	% de Humedad	Rend. Seco (kg/ha)
GPS		Sensor	Sensor	Dato ingresado	Calculado	Sensor	Calculado

Los mapas de rendimiento permiten cuantificar la variabilidad de rendimiento existente durante la cosecha de un cultivo dentro del lote, quedando grabada espacialmente.

La variabilidad de los lotes es uno de los factores que pueden justificar la realización de dosis variable en la siembra, fertilización, pulverización, etc., y gracias al GPS y algunas herramientas de la Agricultura de Precisión, entre ellas, el monitor de rendimiento, podemos conocer el área que ocupa cada sitio y cuantificar sus diferencias de rendimiento.

Se puede observar en este mapa de rendimiento la variabilidad que posee el cultivo de maíz, debido a la génesis de suelo, zonas de mayores rendimientos (colores azules, suelos profundos y bien desarrollados) y zonas de menores rendimientos (colores rojos, donde poseen pH alto en superficie debido a problemas de sodio). Los rendimientos varían desde los menores a 25 qq/ha (colores rojos) de maíz a mayores de 75 qq/ha (colores azules).

Los tipos de variabilidad que pueden presentarse son la variabilidad natural e inducida. Natural es cuando depende del clima, el suelo (génesis del suelo y propiedades físicas y químicas), del relieve, etc. y variabilidad inducida se refiere al manejo (historia del lote, insumos agregados, prácticas culturales, etc).

Partiendo de la variabilidad existente en los lo-



tes, y debido al grado de avance tecnológico alcanzado por algunos productores, aquellos que no analizan datos de rendimientos promedios de los campos, desperdician al menos 800 datos por hectárea que podría brindarles un monitor de rendimiento (datos puntuales). Los datos provistos por el monitor de rendimiento, más los del GPS, conforman un mapa de rendimiento que nos permite conocer los rendimientos del cultivo en cada parte del lote y los factores que intervienen en la expresión del rendimiento, dado que podemos ir a cada zona del campo mapeado. Luego con un GPS se puede corroborar a qué se debió el mayor o menor rendimiento de los cultivos.

Cosechar datos de rendimiento no insume más pasadas sobre el lote, ni maquinaria específica; sólo requiere de una inversión inicial en equipamiento de la cosechadora.

Los beneficios de las nuevas tecnologías son aprovechados por los primeros adoptantes. No es necesario comprar un equipo (monitor de rendimiento, GPS, software) para aprovechar las ventajas de esta tecnología: sólo hay que buscar, contratar y valorar a los prestadores de servicio con equipos de cosecha que estén provistos de monitor de rendimiento y GPS.

### **Calibración de los Monitores de Rendimiento**

Los tipos de calibración que son requeridos por el sistema de monitoreo de rendimiento varían según el tipo de monitor. De cualquier modo, a pesar de los diferentes tipos de monitor, el rendimiento no es medido directamente. Las mediciones de fuerza, el desplazamiento o volumen, la velocidad del flujo de material, el contenido de humedad del grano, la velocidad de cosecha y el ancho de labor son combinados para producir una estimación de rendimiento de cultivo. El rendimiento del cultivo es un valor derivado o calculado. La calibración es ejecutada para asegurar que el dato del sensor y los datos ingresados sean usados apropiadamente por el monitor para producir el dato final en unidades de kilogramos por hectárea. Previamente a la cosecha, el monitor debe calibrarse correctamente para que los datos entregados y grabados sean precisos y confiables.

La calibración comprende la selección de constantes y procedimientos para determinar coeficientes de calibración y convertir las señales eléctricas medidas en parámetros deseados.

### **Calibraciones previas a la cosecha**

- Calibración por vibración (hay que controlarla cada vez que se repare o modifique la máquina pero básicamente es una vez por campaña).

- Calibración de distancia (cuando se cambia el rodado, o bien, cuando las condiciones de piso de cosecha cambian bruscamente, pero por lo general es una vez en la campaña).

### **Calibraciones durante la cosecha**

- Calibración del sensor de altura del cabezal (cada vez que se cambia de cultivo).
- Calibración de humedad de grano Se debe comparar la medida determinada por el monitor de rendimiento con respecto a determinaciones de otro medidor externo de humedad cuyas medidas hayan sido verificadas en su precisión. Se controla cuando varía mucho la humedad del grano.
- Calibración del peso del grano.

Antes de realizar esta operación se debe haber realizado la calibración de humedad. El monitor se calibra sobre la base de pesos actuales que se le ingresan; estos se obtienen pesando el grano cosechado en una carga, en una balanza precisa.

Para realizar la calibración de peso son de suma utilidad las tolvas autodescargables con balanza electrónica; con éstas, se independiza de la existencia de una báscula cercana al lugar de cosecha.

Esta calibración se realiza para cada cultivo independientemente y debe repetirse cuando se observe que la precisión haya excedido el 5% del error comparado con las básculas.

Si todos estos pasos son realizados correctamente estaremos en un nivel de precisión del rendimiento corregido por humedad menor al 2%, lo que ubica a los datos obtenidos como muy útiles para ser utilizados en el diagnóstico del gran cultivo. Se considera aceptable una precisión del monitor de hasta el 5%. Esta calibración debe realizarse cada vez que se cambia de cultivo, cuando el cultivo varía mucho en la humedad del grano (sale de lo normal, o sea, que está por arriba del 20 o 25%).

Existen diferentes marcas y modelos de monitores de rendimiento, y entre los mismos varían los sistemas de medición de flujo, la forma y lugar de medir la humedad, la interfase con el operador en la consola, la manera de calibrar, etc., pero los principios y el objetivo son coincidentes para todas las opciones del mercado.

### **Diferencias de calibración de peso entre diferentes tipos de monitores de rendimiento**

Hay 2 maneras de calibrar peso:

1. Ingresando el peso real (indicado por una balanza externa).

2. Ingresando un factor de corrección (el factor de corrección se obtiene de la diferencia entre el peso que indica el monitor de rendimiento y el peso de la balanza externa).

Los monitores de Ag Leader (Ag Leader 2000, PF 3000, PF Advantage e Insight) y los AFS de CASE / New Holland se calibran con pesadas sucesivas; a mayor cantidad de cargas mayor es la precisión en el pesaje a diferentes flujos (5 cargas a diferentes flujos sería el óptimo para obtener una curva de calibración). Con una sola pesada se podría calibrar, pero en rendimientos extremos, quedaría con un error mayor.

Los monitores Green Star de John Deere y Field Star de ACGO / Massey Ferguson se calibran ingresándoles un factor de corrección. Son simples de calibrar debido a que con una sola pesada se obtiene el factor de corrección y una vez ingresado ese factor traza una curva de calibración estimada en base a ese punto único (en los extremos de rendimiento suele incrementar el porcentaje de error). Las cosechadoras serie 60 de John Deere poseen un monitor de rendimiento que tiene la posibilidad de ingresar dos factores, uno para la zona de alto rendimiento y uno para los de bajo rendimiento; esto contribuye a tenerlo mejor calibrado para ambos flujos y disminuir el error en los extremos. Se puede destacar la gran evolución lograda con los monitores Field Star de AGCO / Massey Ferguson, en lo que respecta al tipo de pantalla activa que poseen, la información que brindan respecto al funcionamiento de la máquina y a su utilización para la aplicación de dosis variable.

Por ejemplo, en la mayoría de los monitores excepto en John Deere y AGCO (que modifica solamente el último lote), la calibración es retroactiva, o sea, que modifica los valores de rendimiento anteriores; de no haber tenido la precaución de bajar la tarjeta con los mapas ya realizados (en lotes anteriores) se pueden modificar los valores de rendimiento.

Para que estos monitores puedan realizar el mapa de rendimiento, deben estar conectados a un GPS. Lo que se puede observar es que, si bien la mayoría de los monitores de rendimiento ya pueden funcionar con un GPS de mano sin señal correctora, hay algunos como la última versión de monitores AFS de CASE, que no admiten señal satelital sin corrección por lo que no pueden funcionar con GPS autónomos (de mano).

### **Control de pérdidas con monitor de rendimiento por medio del flujo de granos (t/h)**

Las cosechadoras poseen un nivel de eficiencia de trabajo (trilla, separación y limpieza), en cada cul-

tivo 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 mediante el uso del monitor de rendimiento. 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.

El sensor de humedad también puede usarse para evitar problemas puntuales de humedad del grano durante el almacenaje (por ej: maíz en bolsa con 16% de humedad máxima), y si por error o falta de información, una tolva de maíz supera el 19% de humedad ya que en algún lugar del lote está más verde el cultivo o se está cosechando en horarios inapropiados, se puede arruinar toda una partida. Con este sensor, el monitor y una estrategia de comunicación podemos estar evitando estos problemas en el almacenaje de granos.

### **Descripción del Monitor de Rendimiento Ag Leader Insight**

La firma Ag Leader de EE.UU., cuenta con el modelo de Monitor de rendimiento denominado Insight de pantalla activa de 10.4", que puede realizar el mapa de rendimiento en colores y en tiempo real. Sumado a esto tiene la opción de además superponer capas de información en la misma pantalla del monitor, como por ejemplo, tener un mapa de variedades o híbridos de fondo sobre el cual se va desplegando el mapa de rendimiento a medida que se cosecha el lote. La importancia de esta característica está dada en el hecho de que el productor mientras está cosechando sus lotes, puede observar en tiempo real la variabilidad que manifiesta el rendimiento del cultivo y realizar de manera simultánea observaciones y anotaciones de lo que se identifica a campo. Un paso más en desentrañar las diversas causas y combinaciones, responsables de la variabilidad de rendimiento de un lote.



Figura 3. Pantalla del nuevo monitor Insight de AgLeader, mostrando la confección de un mapa de rendimiento en colores en tiempo real, superpuesto a un mapa de híbridos de Maíz.

Este monitor también presenta la tecnología de cableado Can bus, a veces llamada también cable inteligente, que a través de un sólo cable comunica a todos los sensores del monitor, los cuales envían su información con un identificador del tipo de dato. Además, cada sensor es responsable de parte del procesamiento de la información que genera, liberando capacidad de la consola para otras funciones. Las ventajas de este sistema son la mayor simplicidad de cableado e instalación, y se destaca la posibilidad de agregar sensores sin la necesidad de agregar cableado ni reprogramaciones complejas de la consola.

### **Potencialidad de los monitores de rendimiento en la cosecha de ensayos y en lotes de producción.**

El monitor de rendimiento es una herramienta independiente de las herramientas de la agricultura de precisión, dado que no necesita entrar en un sistema donde el único objetivo sea la aplicación de la dosis variable de aplicación de insumos. Numerosos investigadores utilizan al monitor para conocer el rendimiento de diferentes híbridos, variedades, dosis de fertilización, diferencias de rendimiento por diferentes velocidades de siembra, localización del fertilizante, diferentes fuentes de fertilización, diferentes espaciamientos entre surcos en soja, tratamientos de fungicidas para roya de soja, o bien, diferente grado de incidencia de plagas y enfermedades, todas virtudes que brinda el sólo hecho de poseer un monitor de rendimiento en una cosechadora.

Ahora, si el objetivo es conocer la variabilidad de los lotes que trabajamos y aspirar a manejarlo sembrando y fertilizando específicamente según la potencialidad de los ambientes, entonces el monitor pasa a ser un delimitador de zonas, mediante el cual, además del área que ocupa una zona, podemos conocer el rendimiento real para cada cultivo, año en particular, etc., y con esta información comenzar a correlacionar al rendimiento con características físicas y químicas del suelo, o con distintos manejos anteriores como rotaciones, fertilizacio-

nes, etc.

A modo de ejemplo mostraremos resultados de un ensayo de soja realizado con sembradora dividida que muestra la potencialidad del monitor de rendimiento para analizar los datos en una computadora posteriormente a la cosecha.

### **Ejemplo sobre el manejo de datos utilizando Monitoreo de Rendimiento con GPS para conocer el comportamiento de soja de segunda teniendo como variable el distanciamiento entre hileras y el relieve del lote (loma y bajo).**

Se sembró el 18/12/00 la variedad Don Mario 4800 RR (grupo 4.5 indeterminada) en la localidad de Manfredi, Pcia. de Córdoba. El clima es semiárido y presenta un perfil de suelo A-AC-C (Haplusol típico). La siembra se realizó cruzando dos sitios o ambientes (loma y bajo), la densidad de siembra fue de 350.000 pl/ha y se probaron dos espaciamientos entre hileras (26 cm y 52 cm). El antecesor fue trigo con un rendimiento promedio de 2.560 kg/ha.

La metodología utilizada es de sembradora dividida y esta consiste en que la mitad de la sembradora está a 26 cm dado que se incorporan cuerpos fertilizadores que siembran soja a chorrillo y la otra mitad lo hace a 52 cm como lo es originalmente la sembradora MEGA de Agrometal. El ensayo consistió en 6 repeticiones una al lado de la otra ya que cuando la sembradora va y viene quedan ambas mitades juntas como si hubiera pasado una sembradora a 26 y la otra a 52, esto hace que en la cosecha se tome la precaución de cosechar el ancho de cada uno de los diferentes distanciamientos de hilera.

Hoy en día se dispone de sistemas para realizar variación de espaciamiento entre hileras en tiempo real según ambiente. El mismo consiste en realizar una prescripción (recomendación) de manera tal que en aquellos ambientes donde la soja tiene menor desarrollo, la misma se siembre a menor espaciamiento (26 cm) entre hileras y aquellos lugares donde el cultivo tenga un mayor desarrollo el espaciamiento entre hileras sea mayor (52 cm).

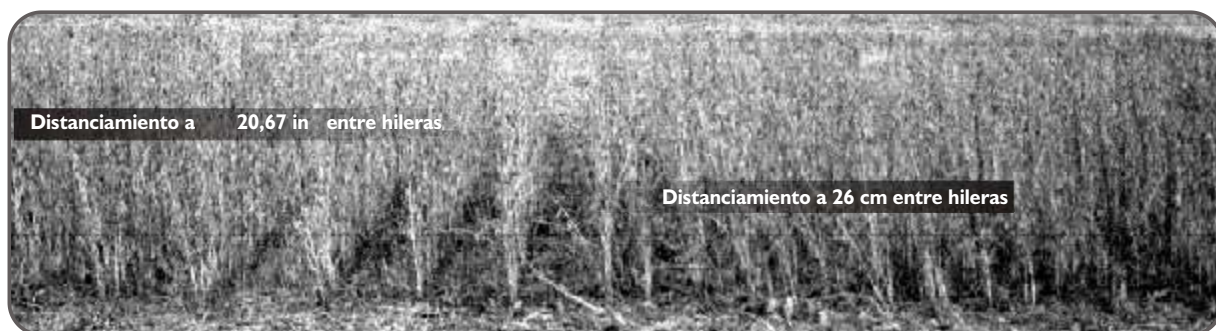


Figura: Vista de las franjas a 26 y 52 cm del ensayo al momento de cosecha.



## Funcionamiento

La programación se inicia confeccionando la prescripción de semilla y/o fertilizante variable dentro del lote a sembrar con sus correspondientes coordenadas GPS de acuerdo a la información disponible y al conocimiento agronómico del asesor.

Para ello se pueden utilizar diferentes software que puedan leer archivos Excel y realizar archivos con puntos georeferenciados (latitud y longitud) que posean los cambios de dosis y densidad correspondientes. Luego esa información se ingresa a un programita específico de Verión llamado MapEdit que es muy sencillo y es el que va a leer esa prescripción. Prescripción es lo que el asesor indica que tiene que ir dosificando la sembradora en cada sitio del lote. El último paso consiste en ingresar los datos elaborados de la computadora al monitor que va en la cabina del tractor.

La sembradora de la que hablamos en este caso es de grano grueso con doble cajón fertilizador, donde uno de ellos más precisamente el fertilizador al costado de la línea de siembra posee un cuerpo fertilizador sembrador de menor eficiencia de siembra es por eso que al momento de calibrar la densidad a 26 cm, el 40% de la semilla se coloca con el cuerpo sembrador y el restante 60% con el cuerpo de menor eficiencia con el objetivo de alcanzar un stand de plantas lineal similar.



Fig 1: ubicación en el tractor del monitor Verion (arriba) y monitor de siembra Agrometal (abajo).

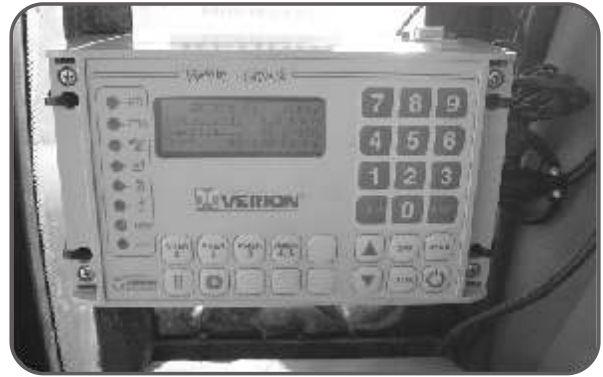


Fig 2: detalle monitor Verion para dosis variable manual o satelital.

El monitor de la figura 2 es un navegador de 3 canales que sirve para aplicar 3 productos variables en tiempo real (único en el mundo) y de manera independiente. El monitor de la fig. 1 es un monitor de siembra Agrometal que mide velocidad, indica la densidad de siembra, la distribución de la semilla y mediante una alarma indica si algunos de los cuerpos de siembra se queda sin semilla.



Fig. 3: sensor en la rueda y activador de siembra cuando la máquina está clavada.



Fig. 4: detalle de uno de los 3 motores hidráulicos variadores de vueltas del tren cinemático para dosificar variable tanto semilla como fertilizante.

En la figura 4 se muestra uno de los 3 motores que posee dicha sembradora los cuales actúan de manera independiente comandando cada uno de los 3 trenes cinemáticos (1 siembra y 2 de fertilización). Estos motores son los que nos posibilitan realizar este tipo de variaciones soja que según da-



tos brindados nos pueden dar grandes beneficios y mas aun en este cultivo, debido a su gran rentabilidad.

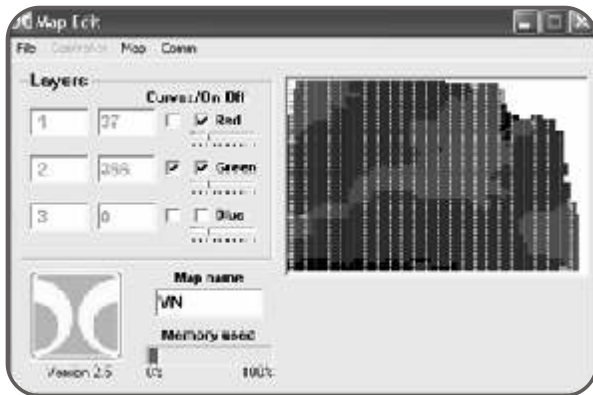


Figura: Ejemplo de la prescripción de uno de los ensayos de maíz realizado en Río Primero Pcia. de Córdoba, campaña 2004: mapa generado por programa MapEdit donde se pueden ver diferencias de colores y es debido a la variación de la densidad o dosis a aplicar en el lote en tiempo real cuando esté conectado a un GPS.

### Descripción de los tratamientos evaluados con 6 repeticiones

Las franjas de 5,2 y 4,2 m fueron cosechadas con monitor de rendimiento con posicionamiento satelital. Cosechadora John Deere 1175 con monitor de rendimiento Ag Leader 2000, GPS CSI y señal Beacon. Todos los tratamientos fueron repetidos 6

veces, o sea que los resultados expresados son promedios de 6 repeticiones. Aclaración: es pertinente señalar que el ancho del cabezal de la cosechadora fue de 7 m, utilizando solamente un ancho efectivo de 5,2 m y 4,2 m al cosechar las diferentes parcelas que se sembraron apareadas pero que se cosecharon en forma separada. El ancho real de cada parcela fue corregido en el monitor de rendimiento al ingresar a cada una de las parcelas del tratamiento para no afectar el área real de cosecha y por ende el rendimiento.

Otra aclaración es que el monitor de rendimiento previo a la cosecha del ensayo fue calibrado a diferentes flujos de ingreso de grano, presentando un error de pesada menor al 1% con respecto a una tolva balanza.



Figura: Monitor de rendimiento Ag Leader 2000

### VARIEDAD DON MARIO 4800 RR (grupo 4.5 indeterminada) Cuadro n° 1

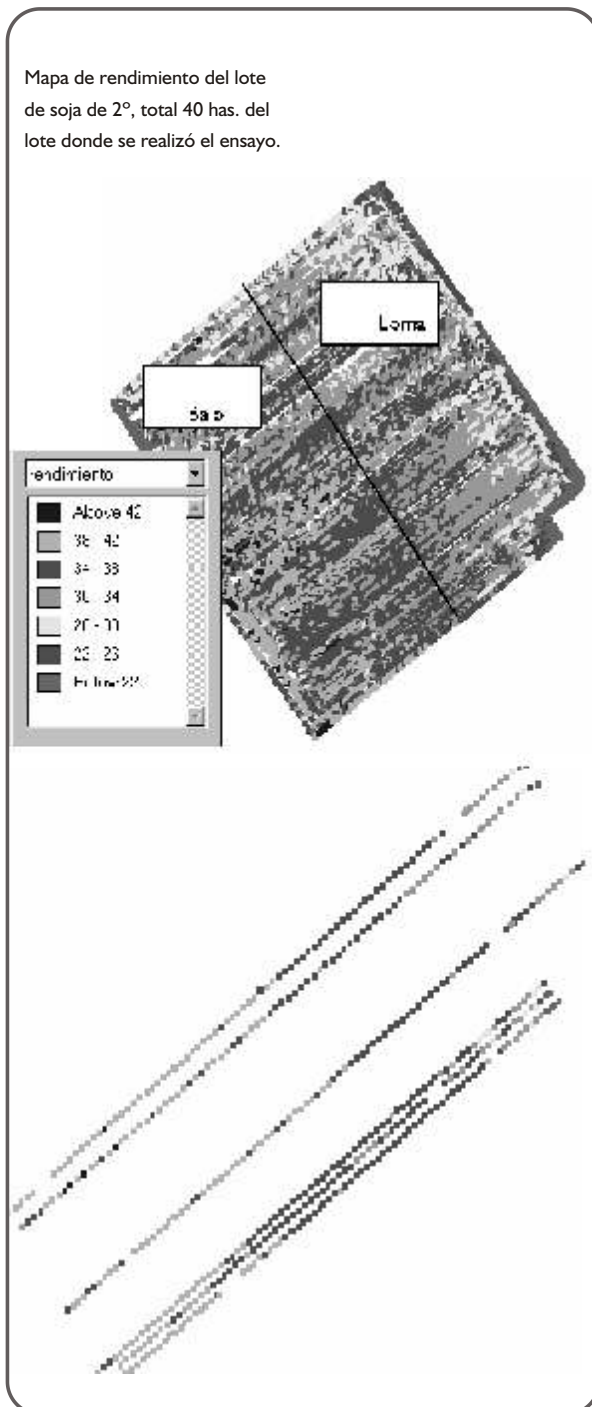
Densidad 350.000 pl/ha			
Espaciamiento entre hileras	Rendimiento Promedio (qq/ha)	Rendimiento en Loma (qq/ha)	Rendimiento en Bajo (qq/ha)
26 cm	36,8	35,5	38,2
52 cm	32,3	28,3	36,4
Diferencias	4,5	7,2	1,8

Los resultados del cuadro 1 muestran que si se toma el promedio de rendimiento de la pasada se obtiene un valor que presenta diferencias de rendimiento de 450 kg/ha a favor de la siembra a 26 cm, pero si se analizan los diferentes espaciamientos entre hileras se puede observar que la respuesta es mas marcada sitio específicamente. Esto se explica por lo expuesto en la teoría sobre radiación interceptada y aprovechamiento del agua.

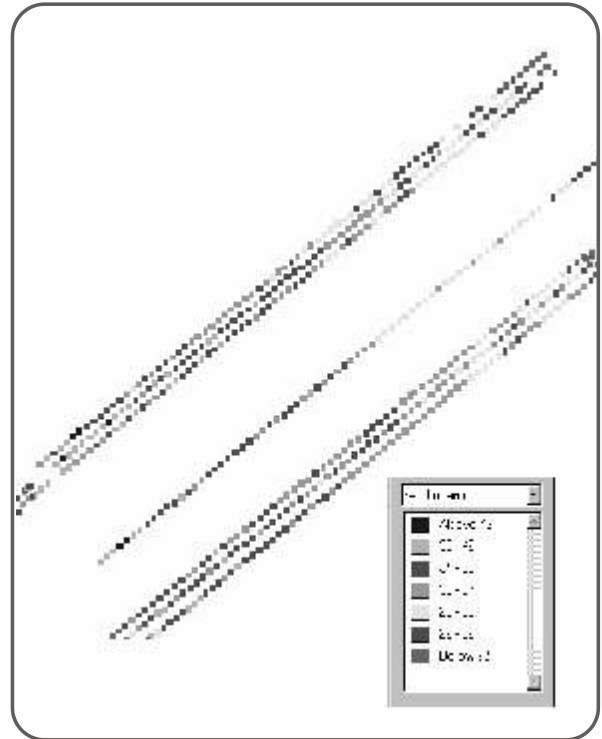
Por ejemplo con estos datos se puede deducir que en la loma la disponibilidad de agua es menor que en el bajo y por ende el crecimiento vegetativo también es menor en la loma, con lo cual el cultivo tarda más tiempo en cerrar el surco y lograr su IAF crítico. Si se acorta el distanciamiento entre hileras (26 cm) se logra una mejor interceptación de la radiación que promueve un mayor IAF en relación al espaciamiento de (52 cm).

## Mapa de Rendimiento

El mapa de rendimiento es la representación gráfica del rendimiento en grano del cultivo. Los mapas de rendimiento contienen datos muy valiosos que pueden cuantificarse mediante el uso de programas de computación específicos con lo cual se puede obtener información para aplicar en futuras siembras.



Detalle de zonas seleccionadas del mapa de rendimiento de las franjas cosechadas a 26 cm de distanciamiento entre hileras.



Detalle de zonas seleccionadas del mapa de rendimiento de las franjas cosechadas a 52 cm de distanciamiento entre hileras.

## Conclusiones

Luego del análisis de los datos que se extrajeron en el centro de la Pcia. de Córdoba se puede notar que para éste tipo de grupo de soja como es Don Mario 4800, para ésta fecha de siembra, en ambientes de lomas, achicar el espaciamiento entre hileras de 52,5 cm a 26 cm puede significar un incremento de rendimiento de 720 kg/ha mientras en el ambiente de alto potencial (bajos) si bien el acortar las hileras para esas condiciones es beneficioso dado que se logró un incremento de 180 Kg/ha; a lo mejor no resultaría económico el cambio de sembradora o su modificación. Éste análisis sitio específico de los resultados enriquece el diagnóstico y contribuye a mejorar la eficiencia de los factores de manejo, porque existen muchos productores que poseen sembradoras de grano fino y grano grueso, con la posibilidad de utilizar ambas en la siembra de soja, además desde la campaña 2002 existen en el país alrededor de 3.000 sembradoras de grano grueso equipadas con cuerpos sembradores de trigo a 26 cm que también pueden sembrar soja a esa distancia; con éste tipo de información podría orientarse a la utilización de la sembradora de grano fino en lotes donde predominen ambientes de bajo potencial y las de grano grueso (hileras más amplias) en lotes con ambientes de mayor productividad.

Ejemplos de éste tipo que son detectados fácilmente con el manejo de la información georeferenciada; se pueden mencionar muchos más en soja, como así también en otros cultivos. O sea que el productor que conoce los factores limitantes de rendimiento de su campo y diseña la siembra y cosecha de datos en campos de alta variabilidad, se transforma en un productor de precisión.

Como mensaje se puede decir que un equipo de cosecha constituido por cosechadora, acoplado tolva, casilla, camioneta, tractor, en promedio está valuado en 200.000 U\$S y sólo permite cosechar el grano, mientras que el mismo, equipado con monitor de rendimiento, GPS y programa cuesta aproximadamente 208.000 U\$S, lo que habilita a cosechar granos y datos de rendimiento geoposicionados, incrementando el valor del equipo en un 4 %, lo que indica la necesidad que en la próxima campaña se incremente la demanda de éste tipo de equipamiento que permite iniciarse en la nueva tecnología de información llamada Agricultura de Precisión.

Toda la cosecha de la próxima campaña que se realice sin monitor de rendimiento, será información perdida que nunca más se podrá recuperar.

No se debería ignorar hoy año 2005 que poseemos una sembradora equipada para variar el distanciamiento entre hileras de 52 cm a 26 cm y viceversa en tiempo real con lo cual la inversión no sería mayor, esta sembradora en el año 2002 no estaba equipada para realizar este cambio de distanciamiento en tiempo real.

Otro factor a probar en ensayos futuros además del acortamiento de la distancia entre hileras en el cultivo de soja sobre el rendimiento del cultivo según ambientes es la incidencia que puede tener el complejo de enfermedades de fin de ciclo y la roya de la soja que poseen incidencia variable según el follaje del cultivo.



## Problemática de granos y semillas verdes en Soja

Grupo de Trabajo Tec. de Semillas

Ing. Agr. M. Sc. R. M. Craviotto (rcraviotto@arnet.com.ar), Ing. Agr. M. Sc. M. R. Arango

Técnicos de EEA Oliveros

### Haciendo memoria....

En abril de 1997, el grupo de trabajo de Tecnología de Semillas de la EEA Oliveros publicó en distintos medios el trabajo "Las cuatro patas de la Semilla de Soja". Hoy, queremos compartirlo nuevamente con ustedes, ya que en los últimos años la problemática de la calidad de la semilla de Soja sigue siendo tan vigente como antes. El texto citaba:

"...Los análisis de laboratorio han permitido detectar problemas de calidad de semilla y que lógicamente afectan con igual o mayor severidad a las partidas de lo destinado a industria y/o consumo. No podemos hablar de imprevisión acerca de lo que encontramos en la presente campaña, pero lo que sí es importante destacar es que nada ni nadie nos puede asegurar que lo que actualmente ocurre no vuelva a repetirse el año que viene.

En el área sojera tradicional de la Argentina (sur de Santa Fe, norte de Buenos Aires y sudoeste de Córdoba) podemos diagnosticar, en un análisis de calidad, tres clases de daño que afectan la calidad de la semilla: el mecánico, el del ambiente conocido como daño de humedad y el daño ocasionado por la chinche.

Recurriendo a la técnica Topográfica por Tetrazolio, estamos en condiciones de conocer la naturaleza de los daños que presenta la semilla de Soja y, a la vez, se pueden cuantificar los mismos. Sin embargo, desde hace unas tres campañas, se vienen observando sintomatologías diferentes a lo que estábamos acostumbrados a ver en el análisis de laboratorio.

En primer término, fueron haciéndose cada vez más notorios los extensos daños que se podían observar sobre el tegumento de la semilla. Este daño no sólo se restringía a los cotiledones, comúnmente designado como "fuelles", sino que adquiría mucha más intensidad. El síntoma característico era la presencia de numerosas y profundas depresiones sobre cotiledones e igualmente se podía ver afecta-

da el área correspondiente al eje embrionario que da origen al tallo y raíz principal. Se llegó a pensar, con cierta ligereza, en un problema de chinche afectando a "todos los lotes" que provenían de muy diferente origen. Nada más alejado de la realidad.

Junto a la sintomatología anteriormente mencionada, aparecieron las semillas con ligero tinte verde en cotiledón, que podía apreciarse a través de los tegumentos. También esta categoría de semillas ligeramente verdosas se veían afectadas por repliegues y abolladuras en superficie y profundidad.

Como resultado de ello, llegaban a coexistir en el lote semillas totalmente sanas de color normal y otras verdosas, al igual que semillas arrugadas y/o abolladas de color normal y otras de tinte verdoso.

La designación general asignada al fenómeno fue entonces el de semillas arrugadas.

### Origen del fenómeno de arrugamiento

Este daño es debido a la ausencia de proteínas específicas denominadas como de "choque térmico", las que en condiciones particulares del ambiente de producción del lote de semillas, se tornan extremadamente activas.

Cuando se alcanzan temperaturas de 32 grados centígrados durante por lo menos 2 horas consecutivas, se pone en marcha este sistema de defensa que evita severas alteraciones en el período de llenado activo de las semillas. "Este daño se ve favorecido por condiciones del ambiente que conjugan el estrés hídrico y altas temperaturas, incluso por períodos cortos". En particular, se vieron afectados los cultivares sembrados tempranamente y pertenecientes a grupos cortos de maduración.

En la presente campaña año 1997 aparecen otros fenómenos que afectan la calidad y que se su-



man a los ya observados.

En primer término, se ha acentuado la presencia de semillas verdes, y esta vez, afectando tanto a cotiledones como a tegumentos. El contenido de humedad de estas semillas es mayor, y también por esta causa es más rápido el desarrollo de micelios de hongos sobre los mismos. Este hecho tiene importante significado cuando se tiene en el granel, y aún en una bolsa ya clasificada, un porcentaje importante de esta clase de semillas, puesto que actúa como fuente de inóculo para el resto del lote.

Desde el punto de vista del análisis de calidad, estas semillas pueden ser causa de resultados difíciles de interpretar, originando disparidad no sólo entre laboratorios sino entre análisis diferentes en el tiempo, para un mismo laboratorio.

En segunda instancia, se puede observar un fenómeno que no estábamos acostumbrados a encontrar en la especie Soja, la dureza de semillas. Es sabido, que al igual que otras leguminosas, la presencia de semillas duras es posible, pero en Soja no llegaba a superar el 1 ó 2 % por dar cifras por demás holgadas para la mayoría de los cultivares sembrados. Nos encontramos con porcentajes de dureza comprendidos entre el 5 y el 30 % en numerosos lotes de la campaña, aunque aún no podemos destacar a ningún cultivar como el más afectado por el síntoma. La presencia de dureza en semilla de Soja, tiene algunos matices favorables y aún deseables. Si pensamos en la menor posibilidad de daño mecánico sería por sí solo un hecho beneficioso. La menor posibilidad de penetración de patógenos haría del fenómeno algo digno de ser buscado. Igualmente, asegurarse un mejor nivel de longevidad del lote sería una finalidad de suma importancia, sobre todo para los lotes que deban esperar para ser sembrados en condiciones regulares de almacenamiento, como es el caso de las siembras tardías.

Sin embargo, y cuando se trata de determinar el valor de un lote como simiente, es que se debe distinguir claramente que el problema de las semillas duras en Soja requiere de una doble interpretación y enfoque. El tema de obtener un resultado de Poder Germinativo y/o de Vigor mediante cualquier técnica de laboratorio debe ser realizado en estrecha vinculación con lo que ocurrirá en condiciones de siembra a campo. Este hecho es bien conocido en el caso de las leguminosas forrajeras como alfalfa y tréboles, pero no es totalmente asimilable para la especie que nos ocupa.

Fácilmente puede ser determinado en laboratorio el porcentaje de semillas duras del lote, pero luego no será tan fácil estimar el porcentaje de éstas que podrán embeber agua, germinar y emerger en condiciones de campo. Es así que aquellos lotes de

Soja que presenten elevados porcentajes de semillas duras pueden llegar a experimentar importantes alteraciones en la velocidad y uniformidad de implantación una vez sembrados. Siguiendo esta línea de razonamiento, es que todo el manejo del lote de producción puede llegar a tener que modificarse y/o adaptarse a la forma de desarrollo del cultivo.

El otro componente "novedoso" de la campaña es el de la producción de buena proporción de semillas chicas. Parecería que van de la mano ambos fenómenos: semilla chica - semilla dura. Una importante reducción en el peso de 1.000 semillas en diferentes cultivares apunta a indicarnos otro aspecto notable a tener en cuenta al calcular, por ejemplo, la densidad de siembra. Así, consideremos por peso o por número de semillas por metro, seguirá persistiendo el problema semilla chica - semilla dura y lo leeríamos como: "lote lento para germinar y para emerger con probable desuniformidad en el stand de plántulas".

Esta última interpretación no sería totalmente cierta, puesto que si lograra quebrar el problema de la dureza luego de la siembra, la semilla pequeña de Soja puede llegar a tener buen vigor y traducirse en una buena emergencia. No obstante ello, un retraso importante en la germinación no es deseable en ninguna especie y menos en Soja, sobre todo por complicaciones debidas a la infección por microorganismos de la propia semilla y del suelo. Es por ello que el curado de la semilla puede tener un valor singular en la futura siembra.

En este sentido, es una regla importante realizar el curado del lote con fungicida cuando se tenga la presunción de que algún factor del ambiente actúe alterando la velocidad de germinación. Esto significa que si la germinación se demora, la semilla de Soja curada tiene más chances de sobrevivir una vez depositada en el suelo. Como consecuencia de la dureza de la semilla, nos encontraríamos ante la necesidad de curar al lote que posee un importante porcentaje de semillas duras, independientemente de que la condición de siembra fuera o no óptima y más aún en este último caso.

La producción de semilla chica trajo, sin embargo, un efecto beneficioso al evitar que se produjera un importante daño mecánico a la semilla, sobre todo cuando la trilla se realizó con contenidos de humedad anormalmente bajos para la época del año.

*Hoy, estando en plena campaña 2005 de Soja se agrega una nueva pata, la quinta, a la problemática de la calidad de semillas que está relacionada con un importante grado de infección por hongos patógenos en el interior de la chaucha. La presencia del hongo *Aspergillus sp.* complica particularmente la situación,*

*ya que no sólo afecta a la semilla en sí, sino que se suma la posible producción de micotoxinas que este patógeno puede generar en condiciones propicias durante el almacenamiento del grano.*

La temática de la "semilla y/o grano verde" es sin lugar a dudas un estigma que merece la atención de todos los intergrantes de la Cadena de la Soja de la República Argentina. Hoy, 2005, tratamos de interpretar el problema sobre la base de las investigaciones en otros países que lo han sufrido y aún hoy intentan encontrarle una solución.

En tal sentido, debemos recordar que el desequilibrio que sufre la planta de Soja como consecuencia de diferentes factores del medio ambiente, ocasiona una serie de alteraciones con consecuencias variadas: muerte de hojas, aborto de flores, vainas y semillas, malformación, inmadurez y arrugamiento de semillas, muerte de planta y retención de color verde por distintas estructuras vegetales.

Condiciones de estrés hídrico en el suelo, elevadas temperaturas con continuidad en horas, sobre todo durante el día, y eventualmente heladas tempranas, son capaces de reproducir los fenómenos anteriormente mencionados y las consecuencias se acentúan cuando el cultivo se halla en estadios reproductivos muy activos como R5 y R6. La desaparición del color verde debido a la clorofila presente en la semilla ocurre al alcanzarse el estadio R7, por lo que toda alteración fisiológica anterior a ese momento encuentra a la semilla con color verde en tegumentos y/o en la superficie o interior de cotiledones. La clorofila desaparece naturalmente por blanqueo provocado por la luz solar, como así también, a consecuencia del metabolismo de la propia planta de Soja. Es así que coloraciones suaves de color verde pueden llegar a desaparecer durante el almacenamiento, aunque no ocurre lo mismo con intensidades mayores de color verde. La aireación a

temperatura ambiente puede ayudar a la desaparición del color.

Ante este múltiple panorama, "semillas arrugadas - semillas verdes - semillas chicas - semillas duras - semillas enmohosadas", es que debemos hacernos algunas preguntas con el fin de diagnosticar y evaluar con claridad qué es lo que constituye el nudo principal del problema que enfrentamos.

Entre estas preguntas se destacarían las siguientes:

- 1) ¿Hacia dónde se está forzando el mejoramiento y/o manejo del cultivo y el comportamiento de nuestros cultivares?
- 2) ¿Existe la posibilidad de mejorar la respuesta de nuestros cultivares a cambios bruscos en el ambiente?
- 3) Mejorando parte del ambiente, por ejemplo, el riego, ¿evitamos el problema?
- 4) ¿Estamos ante un problema con posible continuidad en las futuras campañas?
- 5) ¿Es deseable replantearse la orientación del mejoramiento, difusión de cultivares y el manejo del cultivo con objetivos sustentables?

Las respuestas a éstas y otras preguntas que puedan aparecer de aquí en adelante, requerirán de un análisis por parte de todos los interesados en el tema.

El cómo se está conduciendo agrónomicamente el cultivo de la Soja en Argentina, sobre todo en relación con los requerimientos de la agroindustria, va a tener que ser aggiornado en el orden de hacer más previsibles hechos como el que estamos enfrentando y que afectan al producto agrícola más importante de nuestro país".

**Diagramación Técnica**

Lic. Com. Daniel Damen  
INTA EEA Manfredi



**Imprenta Editorial**

Jorge O. Maita  
Uruguay 470, Oncativo, Cba.  
Tel. 03572 - 461031 - 455575  
Jomaita@oncativo.net.ar

**Arte, Diseño y Edición**

Jorge O. Maita  
María del C. Aparicio y Hernández

**Corrección**

María del C. Aparicio y Hernández  
Marilina Scorza

Tiraje: 6.000 ejemplares  
Octubre de 2005

Al valor de un producto  
agropecuario lo define  
**su calidad.**

Al valor de una  
maquinaria agrícola lo define  
**su calidad.**

Al valor de una exposición,  
**también.**

**Del miércoles 8 al sábado 11 de marzo de 2006.**  
**Establecimiento "El Semillero"**  
**Ruta Nacional N° 9 km 407. Armstrong - Tortugas**







## Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



→ *Trabajamos para la competitividad y el desarrollo rural sustentable* ←

[www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)  
0800-222-INTA (4682)