

Aumento de la Eficiencia de Cosecha de Trigo

¿Cómo reducir las pérdidas en la cosecha de trigo?

En la presente campaña 2007 la superficie a cosechar de Trigo es de 5.400.000 ha. De mantenerse las pérdidas promedio de cosecha, del orden de 115 kg/ha, quedarán en el suelo 621.000 toneladas de trigo, las que representan unos u\$s 144.700.000. Reducir un 20 % esas pérdidas significaría un ahorro de 28,9 millones de u\$s, 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%. * Valor de la tonelada de Trigo a Septiembre del 2007 más porcentaje de retenciones. Fuente: PRECOP 2007.

Cultivo	Área cosechable (ha)	Pérdidas (kg/ha)	Pérdidas (tn)	Valor (U\$/tn)	Pérdidas (millones de U\$)
Trigo	5.400.000	115	621.000	233*	28.937.796

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

Trigo	Pérdidas		Tolerancia para 3.500 kg/ha	
	kg/ha	%	kg/ha	%
Tipo de pérdidas				
Precosecha	15	0,42	0	0
Cosechadora	100	2,85	80	2,28
Total de pérdidas	115	3,28	80	2,28
Cabezal	52	1,48	38	1,08
Cola	48	1,37	42	1,2

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 80 kg/ha. ¿Por qué no tomar un porcentaje del rendimiento? Por qué 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. 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 provocarían daños en el gluten y en la calidad panadera del grano.

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 almacenaje 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. Teniendo 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 grano es del 14%, cuando el trigo tiene humedad entre 14% y 16%, el riesgo es medio y más de 16% el riesgo es alto, cualquiera sea el tiempo. Resumiendo: el trigo dentro de la bolsa plástica con 14% de humedad, presenta riesgo bajo de alteraciones del grano hasta 6 meses, riesgo medio hasta los 12 meses y riesgo alto hasta los 24 meses de permanencia dentro de la bolsa.

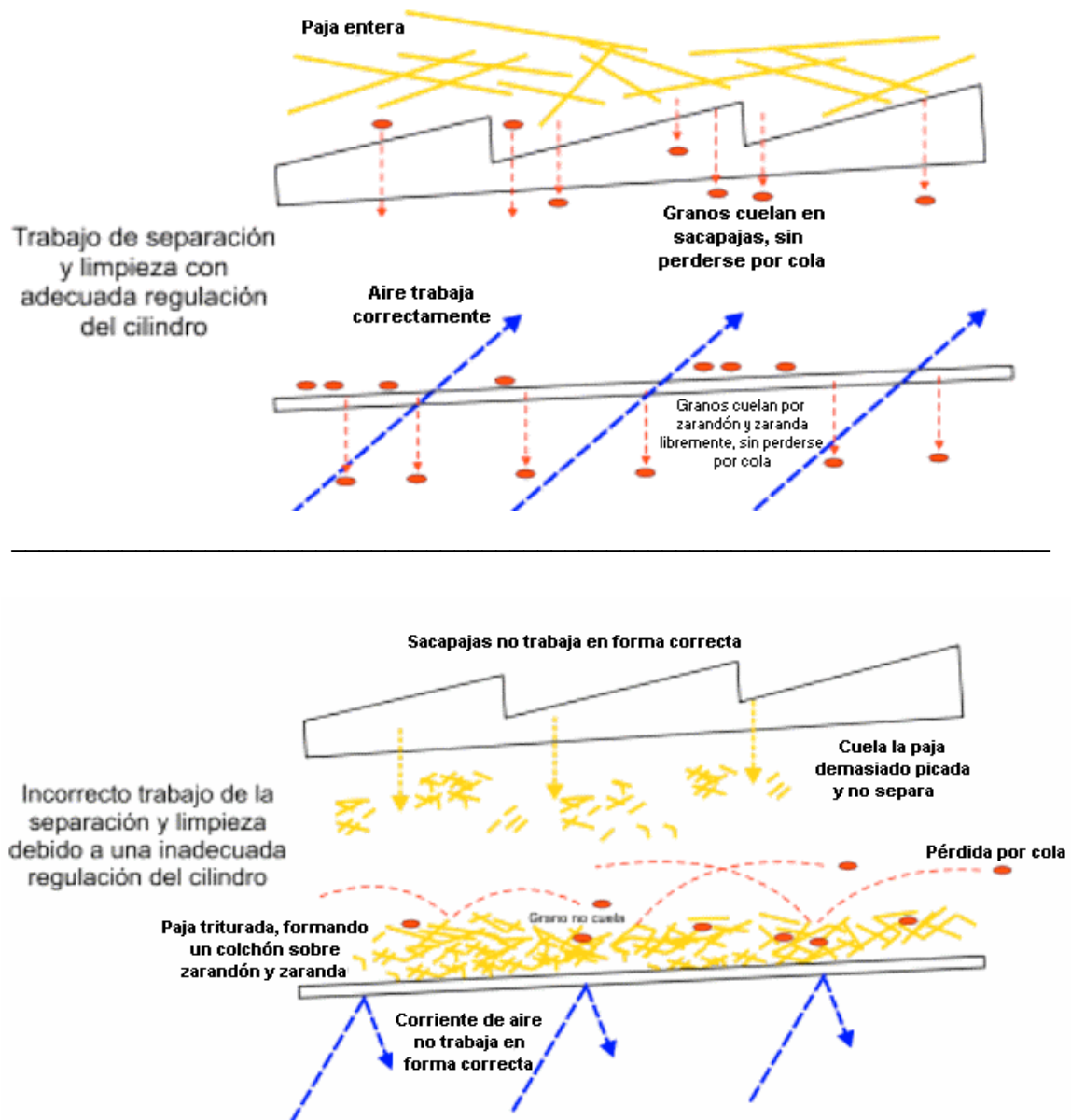
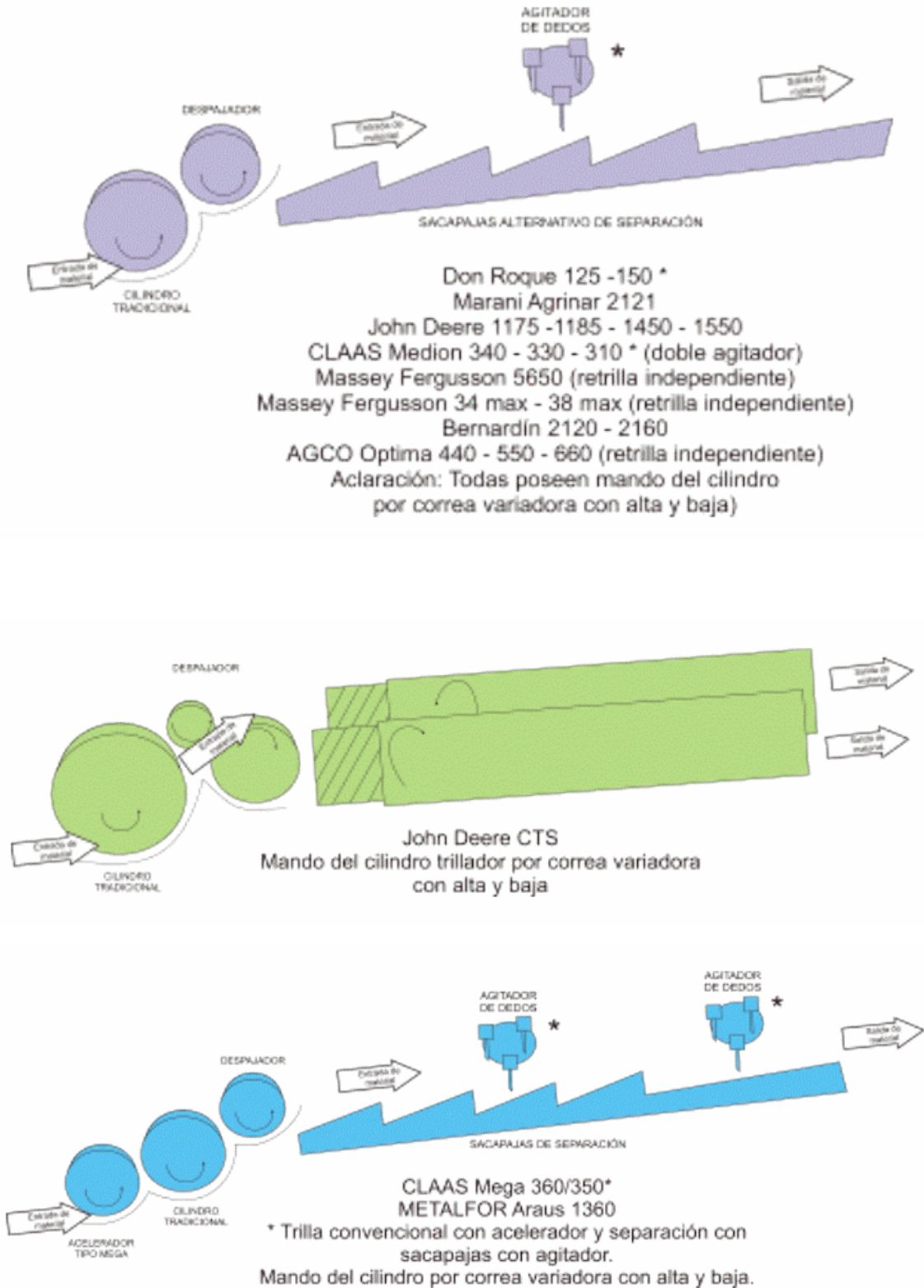
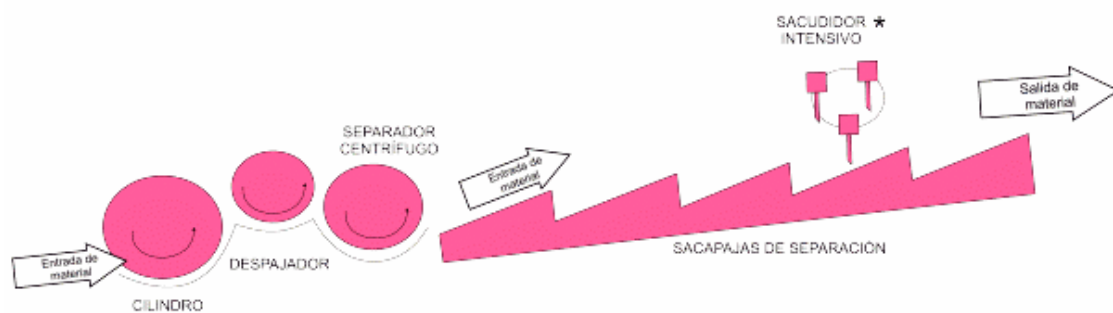
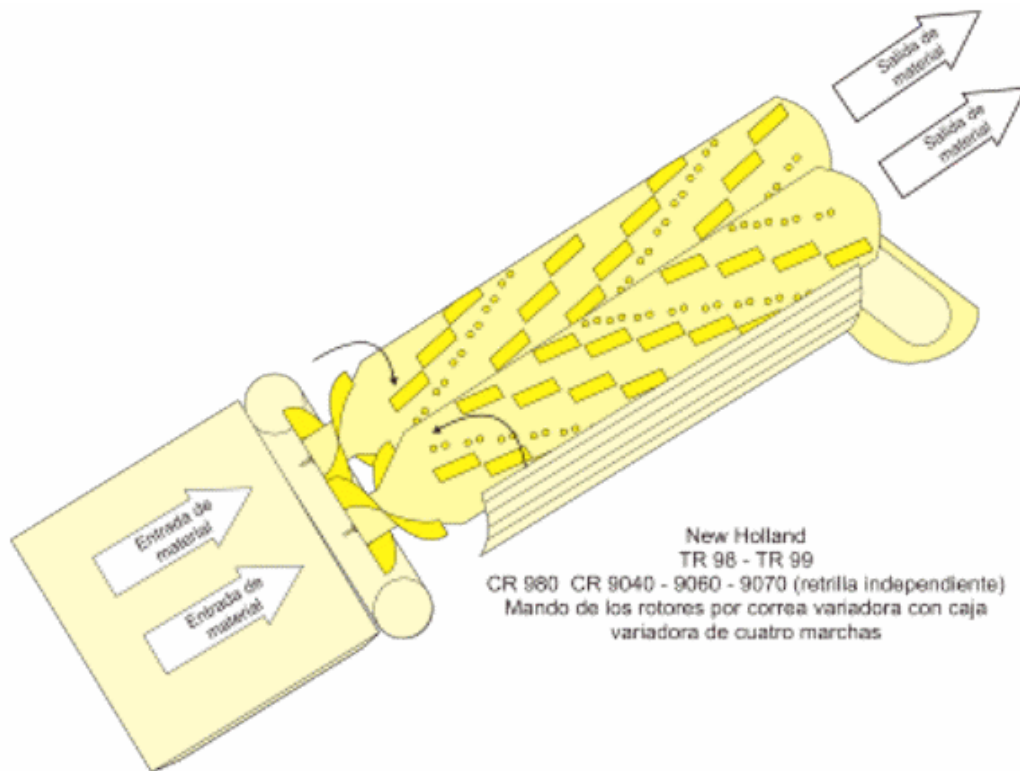


Figura 3. Efecto del triturado excesivo de la paja durante la trilla de Trigo y la dificultad del trabajo del sacapajas y las zarandas y las pérdidas de grano por cola. Arriba: situación

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 2007.

Esquema del sistema de trilla y separación ofrecido por las diferentes marcas en Argentina, en el año 2007.





New Holland TC 57 - TC 59 - CS 660

Vasalli 1550 *

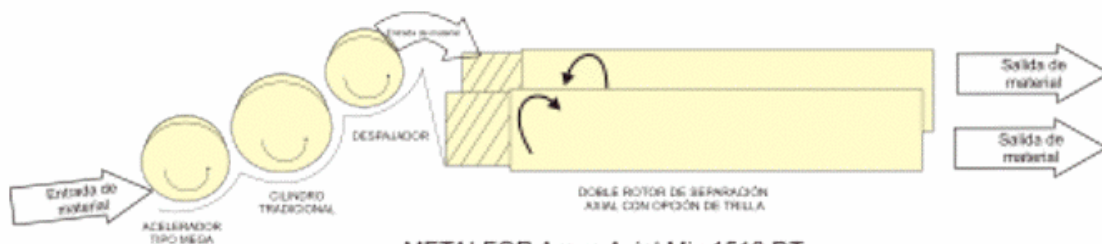
Vasalli 1300 *

Don Roque 170' *

Marani Agrinar 2140 HE *

Trilla convencional, separación con separador centrífugo
y sacudidor intensivo sobre el sacapajas.

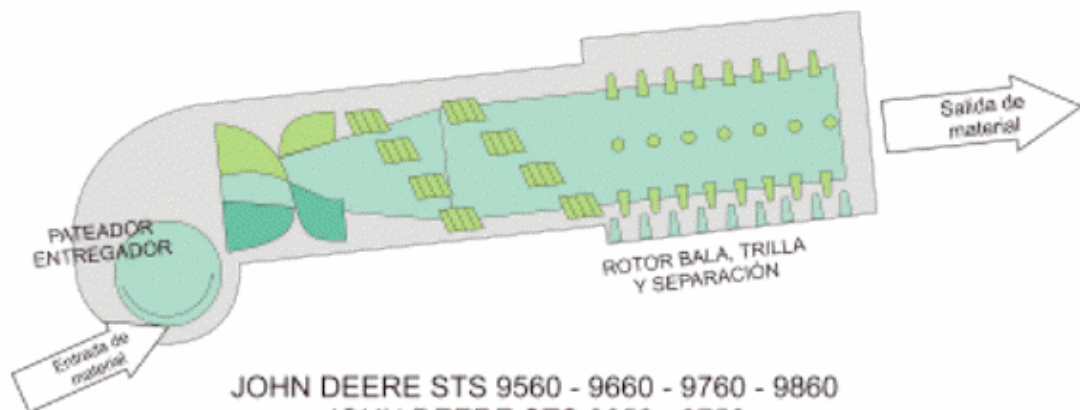
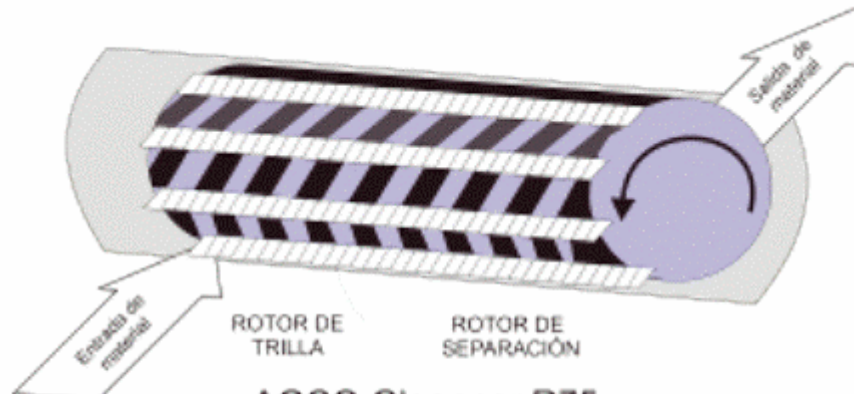
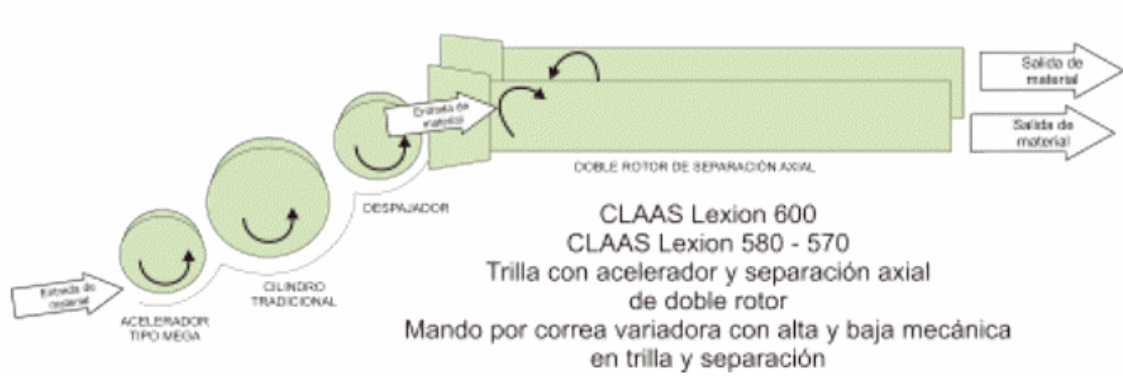
Mando del cilindro por correa variadora con alta y baja.

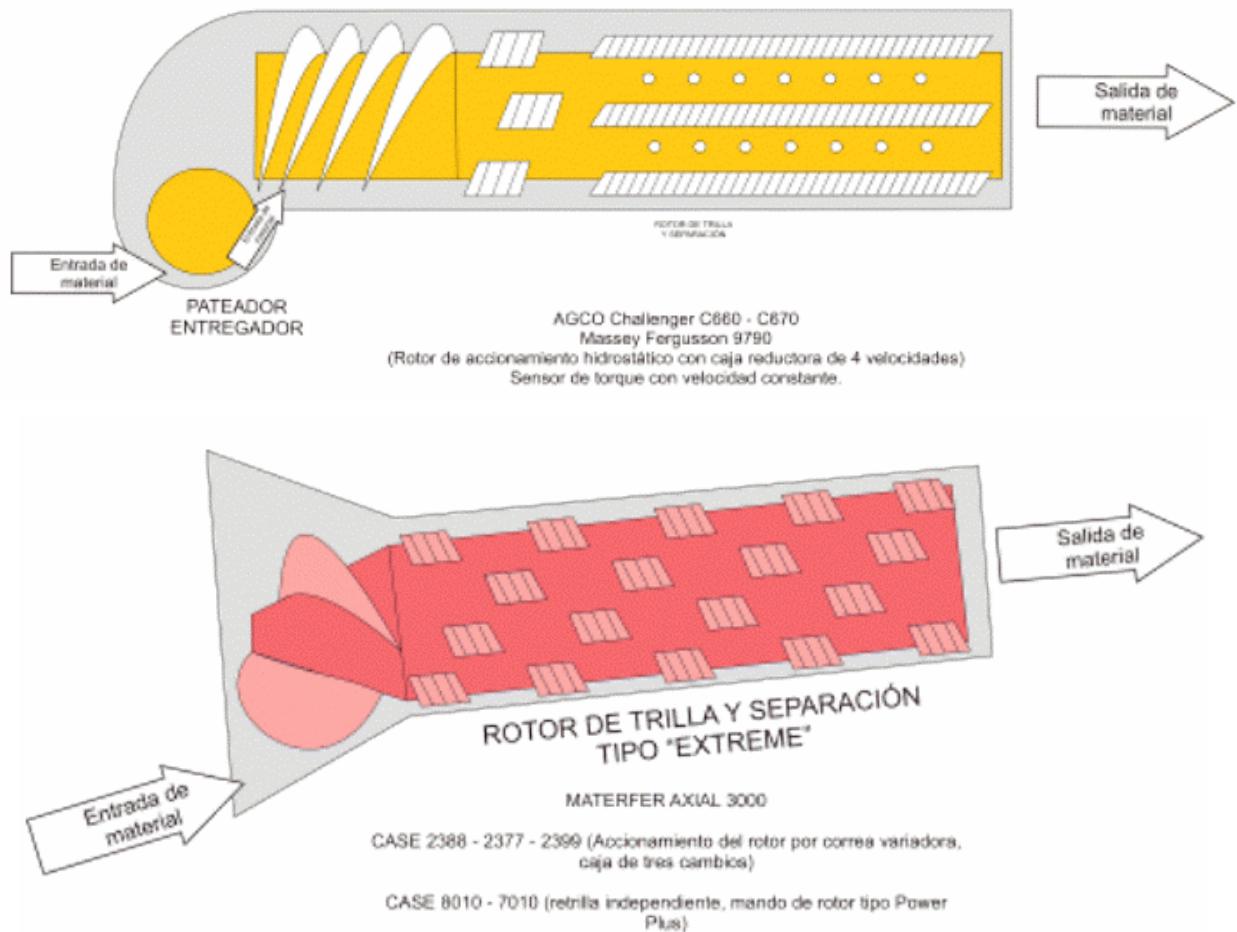


METALFOR Araus Axial Mix 1510 DT

Trilla con acelerador y separación axial de doble rotor,
alimentación por gravedad. Mando de trilla y separación
hidrostático con caja reductora en la trilla y separación.

Doble rotor de separación axial con opción
de trilla





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 aumenta cuando para un mismo ancho de corte, aumenta la velocidad de avance de la cosechadora. Este índice de alimentación total, también llamado capacidad máxima de la cosechadora, hace referencia a las tn/h que la maquina puede procesar, sin que las pérdidas superen los 80 kg/ha en el caso de trigo.

Debido a que la velocidad de avance puede ser regulada por el maquinista con facilidad, el maquinista debe ir observando las condiciones del cultivo para aumentar o disminuir la velocidad de avance tratando de alimentar en forma pareja y constante la cosechadora, mejorando de esta forma el procesamiento del material y evitando pérdidas.

Para lograr un eficiente funcionamiento y un correcto aprovechamiento de la maquina cosechadora, es necesario regularla de acuerdo a:

- Rendimiento y condiciones del cultivo.
- Ancho del cabezal.
- Características técnicas de la maquina (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 maquina ya que si el cilindro es más ancho, serán más anchos los sacapajas, las zarandas, el batidor y mayor el tamaño de las norias, los tornillos sinfines y otros elementos. Lo que le permite a la maquina 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 cilindro de mayor diámetro y mayor ángulo de envoltura de cóncavo presentan mayor capacidad de trilla.

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.

Por ello resulta conveniente trabajar a una velocidad que tenga en cuenta todos estos factores.

Esta regulación de la velocidad de avance de la cosechadora en función de mantener el índice de alimentación de la cosechadora constante, frente al rendimiento variable del cultivo, hoy se puede hacer con ayuda del monitor de rendimiento de la máquina colocado en la función del flujo de grano Tn/hs., el operador aumentará la velocidad cuando las Tn/hs. fijadas como límite disminuyan; y reducirá la velocidad de avance cuando el flujo supere el límite fijado para la cosechadora y el estado del cultivo.

Pero hoy la electrónica y los sensores avanzaron de tal manera que ya existen cosechadoras capaces de realizar esa operación de mantener el flujo de alimentación constante, en función a sensores ubicados en el embocador (caudal de ingreso de material) y a otro sensor que evalúa la potencia consumida instantánea por el motor, esos valores que los sensores emiten a un monitor provocan señales y envían órdenes a la transmisión hidráulica para que avance con mayor velocidad o más lento, manteniendo el flujo constante de alimentación frente a rendimientos variables del cultivo y/o a cambios en la altura de corte del Trigo cosechado.

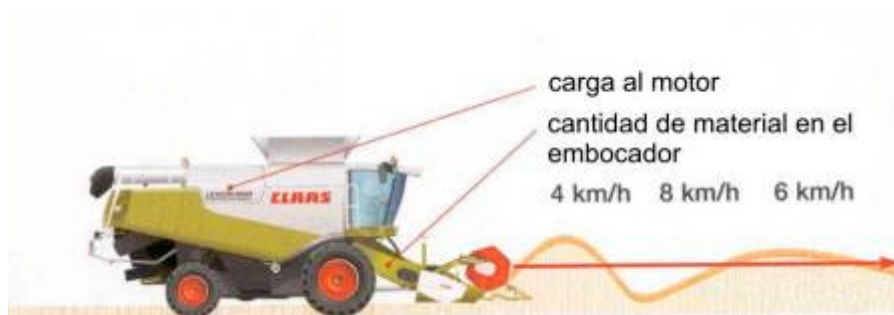


Figura 4. Cosechadora inteligente: autorregulación de la velocidad de avance, para mantener el flujo de alimentación constante, frente a cambios de ambientes y de rendimiento.

El INTA PRECOP realizó en Diciembre del 2006, en la localidad de J. N. Fernández (Buenos Aires), un ensayo comparativo de dos máquinas cosechadoras de la misma empresa en Trigo de alto rendimiento. Se utilizó una máquina cosechadora clase IV: 185 hp de motor, cabezal de 7 metros de ancho, con un cilindro de trilla tradicional de 1.250 mm de ancho y 520 mm de diámetro, junto a una máquina cosechadora clase VI: 280 hp de motor, cabezal de 8,4 metros de ancho, con un cilindro tradicional de trilla tradicional de 1.550 mm de ancho y de 600 mm de diámetro, las dos máquinas con separación por sacapajas alternativos.

Ambas máquinas trabajaron sobre un cultivo de Trigo Baguette 10, con un rendimiento promedio estimado de 4.094 kg/ha. Los resultados obtenidos de pérdidas y de índices de alimentación logrados, se observan en las figuras siguientes:

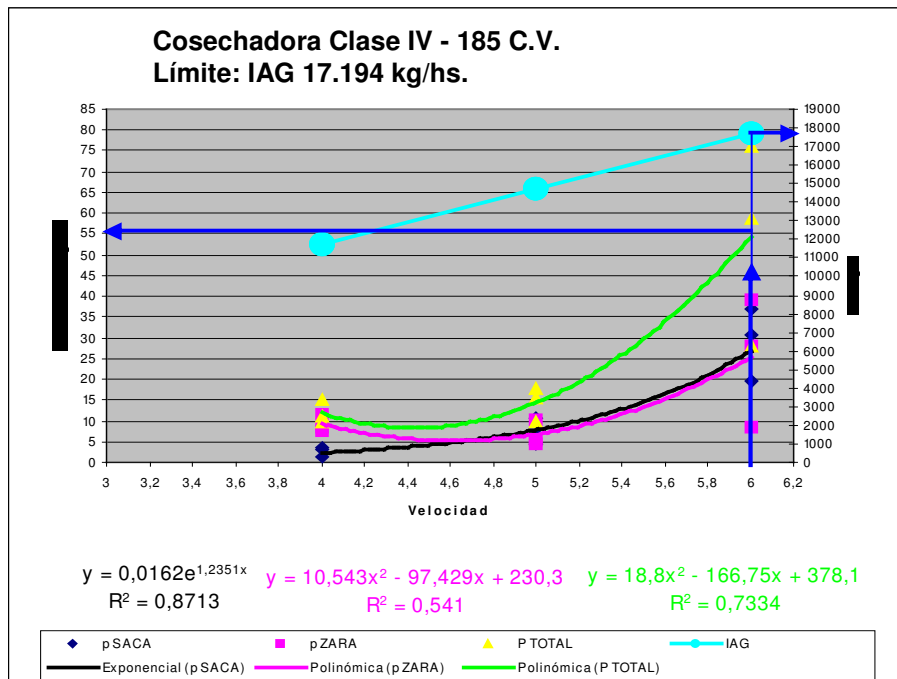


Figura 5. Resultados obtenidos con la cosechadora clase 4. Psaca: pérdidas por sacapajas; Pzara: pérdidas por zaranda; Ptotal: Pérdidas totales por cola; IAG: índice de alimentación de grano. Fuente: INTA PRECOP, 2006. Ing. Agr. Juan M. Giordano, INTA EEA Rafaela, Ing. Agr. José Peiretti, INTA EEA Manfredi y colaboradores.

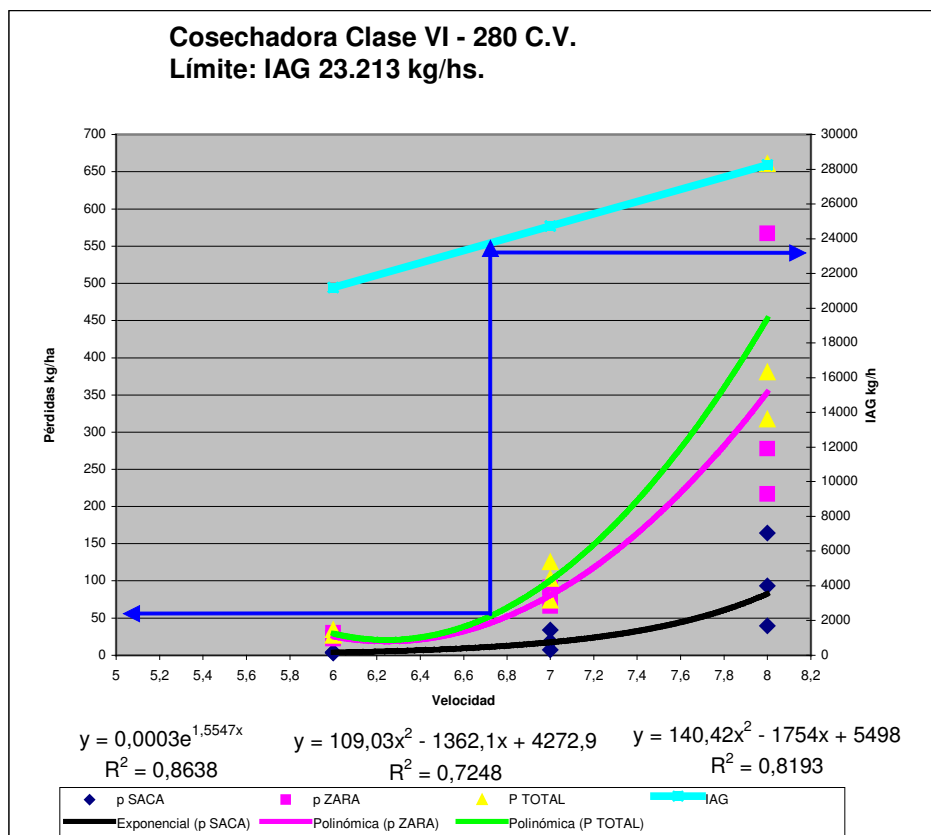


Figura 6. Resultados obtenidos con la cosechadora **Clase VI**. Referencias: Psaca: pérdidas por sacapajas; Pzara: pérdidas por zaranda; Ptotal: Pérdidas totales por cola; IAG: índice de

alimentación de grano. Fuente: INTA PRECOP, 2006. Ing. Agr. Juan M. Giordano, INTA EEA Rafaela, Ing. Agr. José Peiretti, INTA EEA Manfredi y colaboradores.

De los resultados de la experiencia reflejados en las dos figuras precedentes, se desprende que para el caso de la cosechadora **Clase IV, el punto límite de trabajo** para las condiciones específicas de trabajo, cultivo y regulación del ensayo, era superar el IAG de **17.194 kg/hr de material procesado** y para el caso de la máquina **Clase VI, el límite estaba en 23.213 kg/hr de IAG, puntos en los cuales las pérdidas por cola de ambas máquinas superaban la tolerancia.**

Estos datos son de utilidad como base para tener en cuenta la importancia de controlar el IAG con el cual la cosechadora está trabajando, a través de la velocidad de avance de la máquina, según el rendimiento del cultivo en cada zona. Una herramienta fundamental para lograr esto, sería equipar a la cosechadora con un monitor de rendimiento, el cual dispone de una función en tiempo real, que le permite ir sabiendo a cada momento al conductor de la máquina el IAG con el cual se encuentra trabajando la máquina cosechadora y de esta forma trabajar dentro del rango máximo de alimentación, por debajo de la tolerancia de pérdidas. En la figura 6, se puede ver que la cosechadora clase VI, a una velocidad de avance de 6,7 km/h, registro una pérdida de 56 kg/ha y aumentando 1,3 km/h, la velocidad de avance hasta los 8 km/h, las pérdidas por cola ascendieron a 450 kg/ha. Resumiendo entonces, sería importante equipar a la cosechadora con un monitor de rendimiento, para de esta forma trabajar en el límite de trilla, separación y limpieza, óptimo para cada modelo de máquina.



Figura 7. Monitor de rendimiento PF Advantage (Ag Leader). En este caso, el monitor con la tecla **Tn/hs**, puede ser de utilidad práctica para aumentar y disminuir la velocidad de avance, manteniendo el flujo de grano constante frente a variaciones de rendimiento del cultivo o al alcanzar diferentes ambientes.

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, el I.A.T no llega a ser el adecuado, se producen pérdidas por cola, al trabajar la máquina insuficientemente cargada.

Tendencias y Novedades. Mirando al 2010.

Equipamiento requerido en la cosechadora de Trigo del futuro.

Cosechar cultivos de cada vez mayor rendimiento con eficiencia, requiere equipamientos adaptados y desarrollados para una alta capacidad de trabajo, con potencia de motores superiores a los 350 CV, con tolvas de depósito con capacidad de almacenaje superior a los 7000 kg como para no convertirse en un “cuello de botella” de la capacidad de trabajo. Las cosechadoras requerirán aumentar el ancho del cabezal, para mantener el óptimo de llenado y aprovechamiento de velocidad de avance considerada normal y compatible con un eficiente trabajo (bajas pérdidas) y correcto aprovechamiento de la potencia de la máquina; y con tecnología incluida en su diseño como para adaptarse a las necesidades tecnológicas de la producción agrícola de alta eficiencia

Equipamiento requerido en cabezales de Trigo/Soja requerido en el año 2010

- **Cabezal de 40 – 45 pies de ancho:** Los cabezales serán de mayor ancho de corte para adaptarse a máquinas de gran potencia, eso implica mayor cantidad de material concentrado en el embocador, lo que produce mayor amontonamiento y “bollos” del material, un desarrollo tecnológico para solucionar este problema son los **cabezales DRAPPER con alimentación por lonas**, en lugar de sinfín tradicional. Estos cabezales permiten alimentar al embocador con el material dispuesto todo en el mismo sentido, generando una “alfombra” de trigo o soja que ingresa al sistema de trilla, lo cual posibilita aumentar el rendimiento de la máquina en Trigo hasta un 15%, darle mayor uniformidad a la trilla, a la separación y a la limpieza y generar un consumo de potencia más parejo.



Figuras 8 y 9. La figura izquierda muestra un cabezal flexible marca Honey Bee de origen canadiense, original de New Holland, pero con disponibilidad para todas las marcas; 45 pies de corte, alimentación por lona y U\$S 90.000 de costo. Argentina necesita este tipo de cabezales para realizar pruebas de manera urgente. Derecha: Cabezal de 45 pies flexible Honey Bee (origen canadiense), asistido por lona. Vista de la parte trasera; rueda de apoyo y sistema de copiado de ballesta y sensores varios, copiador del flexible con rueda de apoyo lateral. Caja de mando de cuchillas doble, de accionamiento hidráulico.



Figuras 10 y 11. Izquierda: Vista lateral del Cabezal Honey Bee (origen canadiense). Lonas de alimentación y sinfín de acompañamiento para Soja tipo ramificada, una de las únicas

limitantes para el funcionamiento de este tipo de cabezales (en este caso solucionado). Derecha: Vista central del cabezal donde se destaca el ingreso central del material de mayor ancho que el embocador, el sinfín intermediario de acomodamiento y el molinete doble de barras paralelas.



Figura 12. Vista del cuerpo central independiente y del sistema hidráulico de asistencia independiente de la cosechadora. En todo el accionamiento del cabezal Money Bee. No se utiliza ninguna cadena, ni correa; todo su funcionamiento es hidráulico, con bomba independiente. Aclaración: En Argentina ya existen dos prototipos de cabezales de más de 35 pies de ancho de corte, alimentados por lonas, de próxima aparición.

- **Cabezales con incorporación de tecnología en su diseño y desarrollo:** cabezales adaptados para cosechar Trigo de bajo rendimiento. Sinfines con dedos retractiles huecos en todo su ancho de trabajo, para favorecer una alimentación más pareja del embocador y equipados con pantalla de acrílico para evitar el voleo de plantas cortadas y espigas.



Figuras 13 y 14. Cabezal de 35 pies de ancho de la firme AGCO, equipado con dedos retractiles en todo el largo del sinfín, detalle dedos huecos para reducir el peso de un sinfín de 35 pie de largo.



Figura 15. Pantalla de acrílico colocada en cabezal de origen ruso, para evitar el voleo de plantas y de espigas de trigo/soja, fuera del cabezal.

- Molinetes de alta tecnología:** con tres memorias electrónicas para guardar regulaciones de diferentes condiciones de cultivo y poder enfocar la atención del maquinista en otras tareas en la maquina. Sinfines con movimiento del diente orbital que presenta un movimiento adaptado para cabezales con sinfín; el diente al llegar a la zona de aproximación del material al sinfín cambia su movimiento por unos cm. para adquirir un movimiento horizontal al suelo solucionando el problema de los molinetes de movimiento circular paralelo que presentan un punto ciego no alimentando eficientemente al sinfín. Dientes de molinete especialmente diseñados, tipo “pata de ganso”, para la cosecha de cultivos de bajo porte, los cuales se pueden disponer alternados helicoidalmente con los dientes estándar, para de esta forma barrer en cada vuelta del molinete, las espigas con tallo corto que puedan haber quedado sobre la barra de corte en trigos de bajo porte.



Figura 16. Izquierda: Molinete orbital con modificación en el recorrido del diente y adaptación para acercarlo al sinfín, una gran novedad que permite eficiencia de alimentación. Derecha: diente de molinete tipo “pata de ganso” para trigos de bajo porte.

- Cosechadoras equipadas para trabajar con alta flotabilidad:** La flotabilidad se mejora reduciendo la presión específica (kg/cm^2) de los neumáticos sobre el suelo, para ello existen dos formas: una es reducir el peso de la cosechadora (cosechadora liviana, y no superar el 50% de llenado de la tolva durante la cosecha), y la otra es aumentar el ancho y largo de pisada del tren delantero y trasero de las cosechadoras de tracción simple. El equipamiento de doble tracción hidrostática o mecánica resulta fundamental para aumentar la transitabilidad de las cosechadoras.



Figuras 17. Cosechadora 6 x 2 con duales delanteras de gran diámetro y ancho con carroza radial y tacos a 45°, rodado trasero de gran diámetro y ancho lo cual mejora sustancialmente su flotabilidad y reduce las huellas en situación de falla de piso.



Figuras 18. Cosechadoras con orugas de metal tipo arrocera de buena prestación para situaciones de cosecha con agua en superficie.

- **Desarrollos innovativos: Manejo de residuos de alta eficiencia:** Sistemas de manejo de la paja y de la granza con capacidad de trabajar en todo el ancho de trabajo de los nuevos cabezales trigueros con la capacidad de adaptarse a las variaciones de la condición del residuo a lo largo de la jornada de trabajo.





Figuras 19, 20, 21, 22 y 23. Nuevos sistemas de distribución de los residuos, con regulación de giro hidráulico, lo que posibilita regular la intensidad de la distribución según el estado del rastrojo y distribuir correctamente el rastrojo en grandes anchos de labor. Fuente: INTA PRECOP, 2007.

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 tn/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 tn/ha, se difundieron los cabezales “peinadores” (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.



Figura 24. Vista de un cabezal stripper.

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^{ra}, 2^{da} y 3^{ra} 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.

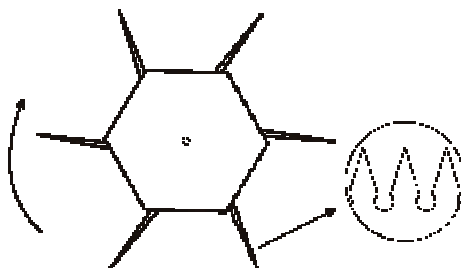


Figura 25. Detalle del molinete y de los dientes de un cabezal stripper, que guían las espigas hacia el "ojo" arrancador.

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.

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.

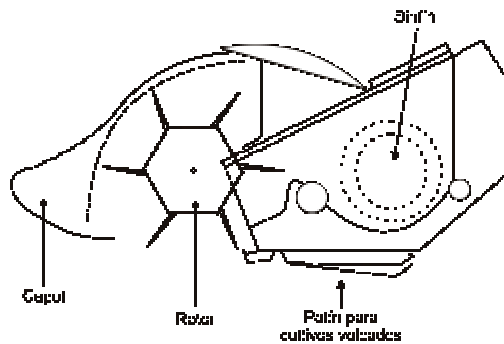


Figura 26. Esquema de un cabezal stripper y sus principales componentes.
Fuente: INTA PRECOP, 2005.

Los cabezales stripper disponen de una caja de velocidades de 3 cambios cuyas vueltas por minuto son, a modo de ejemplo, la siguiente tabla:

Cambios y vueltas por minuto del rotor.

Cambio	R.P.M
1ª	400
2ª	500
3ª	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 maxi-cosechadora, 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 kilogramo cosechado de grano se puede ahorrar hasta un 30% a 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 través 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 27)

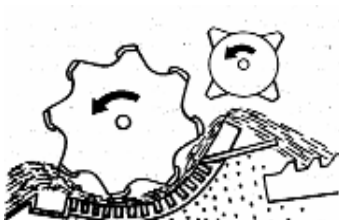


Figura 27. Sistema de trilla tradicional

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.


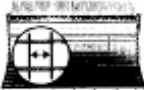
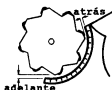
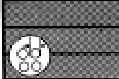
La separación entre el cilindro y el cóncavo debe ser mayor a la entrada que a la salida, ya que el mayor volumen de material se presenta al comienzo de la trilla y va disminuyendo progresivamente por el colado del material a través de la grillas del cóncavo. Por esto, el acuíamiento mantiene la presión 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. Principales regulaciones del sistema de trilla para la cosecha de Trigo (valores orientativos).

Condiciones del cultivo	
	
Vueltas por minuto del cilindro	
	
	
Velocidad del cilindro (m/seg) v/min cilindro (RPM)	
Separación cilindro/cóncavo (mm)	
Separación entre alambres del cóncavo (mm)	
Zaranda: Ø (mm) de los alvéolos	

Ø 510
Ø 560
Ø 610
Ø 660
Adelante
Atrás

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

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, aspectos que dificultan 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. Teniendo en cuenta 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 concentrados detrás de la cola de la cosechadora pueden llegar a superar los 13.000 kg/ha. Situación muy difícil para lograr una eficiente siembra del próximo cultivo en directa, por lo tanto es evidente la importancia de lograr una distribución homogénea de la paja y granza que sale de la cola de la cosechadora. 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.

Triturador / Desparramador de paja

Si bien en planteos de siembra directa continua del Centro y Norte de nuestro país, se aconseja la no utilización del 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.

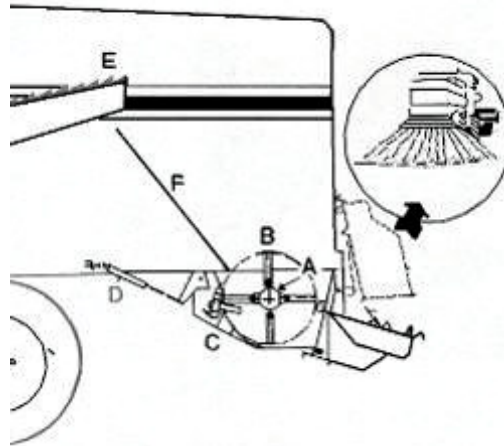


Figura 28. Triturador desparramador de la paja que sale de los sacapajas. a) Rotor, b) Cuchilla, c) Contra cuchilla ajustable, d) Amortiguadores neumáticos para la regulación de chapas deflectoras y para la desconexión del triturador, e) Sacapajas, f) Chapa canalizadora de paja, estos trituradores con alas deflectoras bien diseñadas, solo son útiles para lograr un ancho desparramado de hasta 7 metros de ancho de cabezal.

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, otro adelanto tecnológico observado y utilizado en Canada, consiste en poner en ambos costados del triturador de paja dos turbinas que soplan hacia los costados, mejorando la distribución y ancho de cobertura de la paja distribuida.

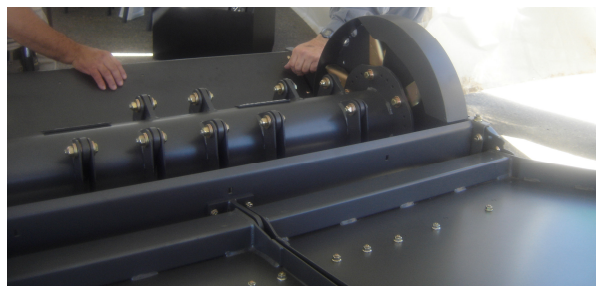
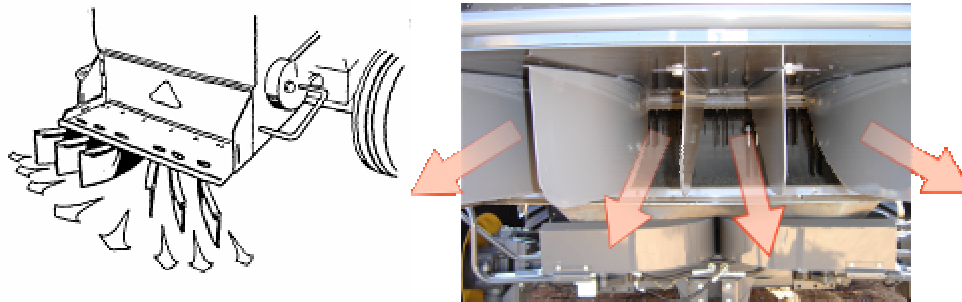


Figura 29. Triturador de paja con turbinas a los costados.



Figura 30. 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.



Figuras 31 y 32. Diseño de las aletas del triturador.

Las aletas del esparcidor deben tener un ángulo vertical adecuado, de tal forma de lograr el máximo alcance del material despedido por la cola y no representar una superficie de choque o un obstáculo a este material con pérdida de velocidad.

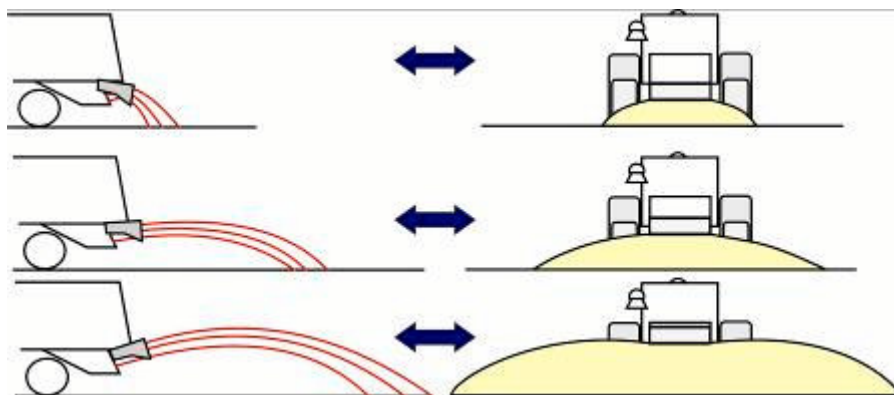
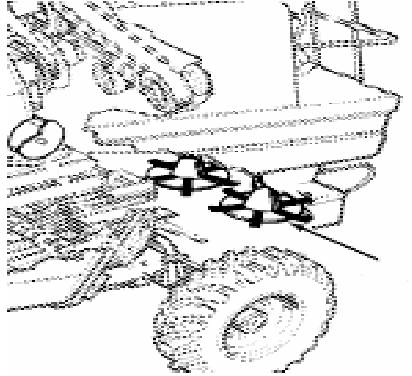


Figura 33. Según el ángulo de choque de las aletas del esparcidor, mayor será el alcancé del material despedido, y mejor la cobertura obtenida.

En los planteos agrícolas en los cuales 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. Frente a esta nueva exigencia de la siembra directa continua, lo aconsejable es reemplazar el triturador por un desparramador de paja doble, con diseño tipo plato con paletas de goma regulables.



Figuras 34. Desparramador de paja con diseño tipo plato con paletas de goma regulables.



Figura 35. Nuevo diseño de platos superpuestos.

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, 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

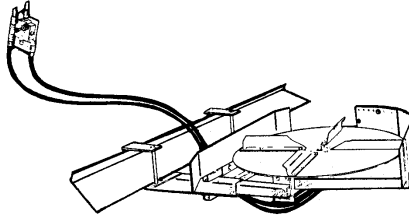


Figura 36. Desparramador centrífugo de la granza que sale del zarandón accionado en forma hidráulica.

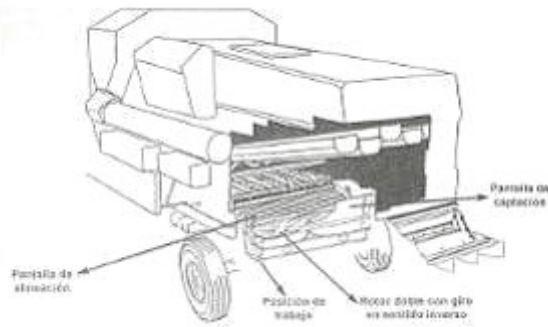


Figura 37. Esparcidor de granza centrífugo neumático horizontal en trigo resulta indispensable la utilización del esparcidor de granza.

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.

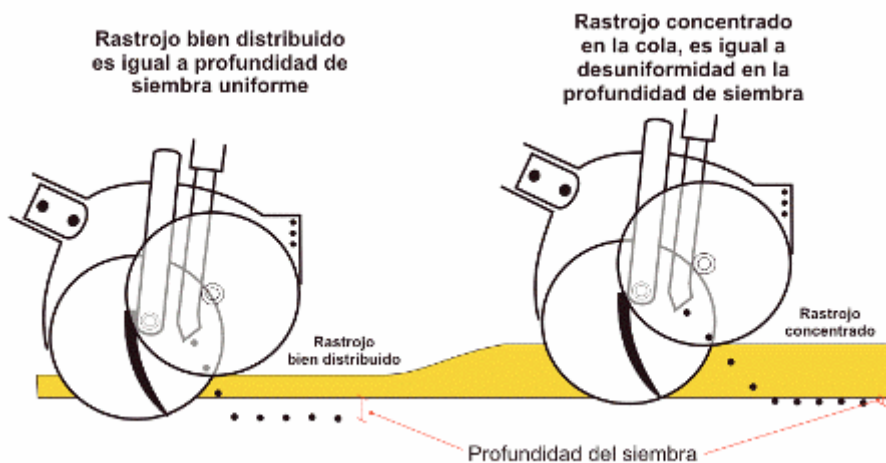


Figura 38. La distribución desuniforme del residuo en superficie produce una profundidad de siembra irregular, una emergencia desuniforme y hasta plantas parásitas en Maíz.

Otro inconveniente de la excesiva concentración de residuos es que no se logra una profundidad de siembra adecuada ya que éstos, 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).

¿Cómo evaluar pérdidas de cosecha en trigo?

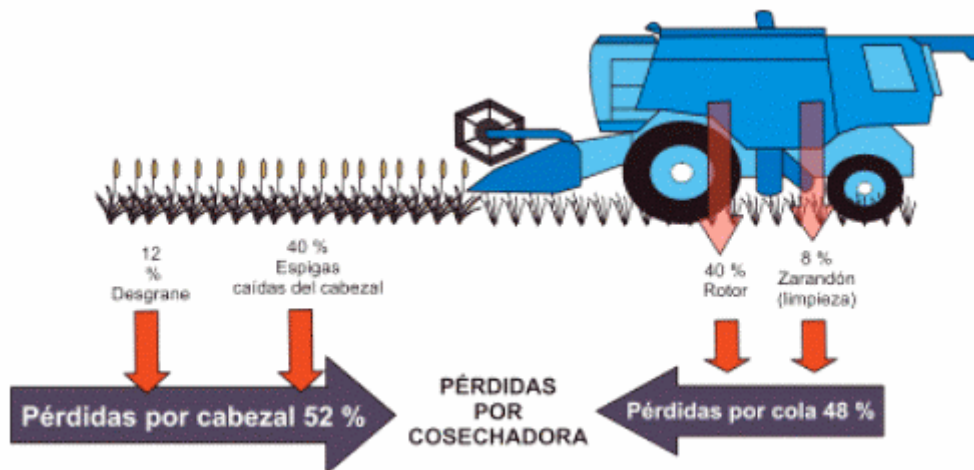


Figura 39. Donde están las pérdidas en trigo.

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 maquina. Se recolectan los granos sueltos y espigas quebradas y volcadas que a nuestro criterio no serán levantadas por el cabezal. 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.

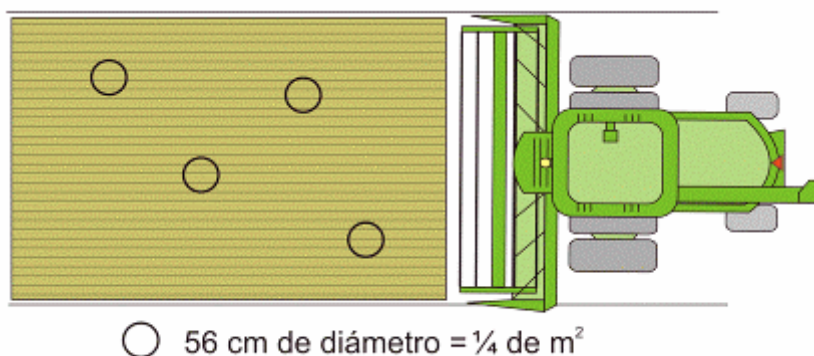


Figura 40. Esquema mostrando la metodología para evaluar pérdidas de precosecha. Cada aro de alambre de 56 cm de diámetro representa $\frac{1}{4}$ de m^2 (4 aros hacen una muestra de $1 m^2$). La evaluación debe ser hecha en el mismo sector donde luego se evaluarán las pérdidas por cosechadora. Aclaración: 333 granos medianos de trigo/ m^2 equivalen a 100 kg/ha de pérdidas. Fuente: PRECOP 2005.

Pérdidas por cosechadora

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 maquina (esparcidores), uno por debajo del cajón de zarandas de la cosechadora (zona central de la maquina) y los tres aros restantes distribuidos en el área que abarca el cabezal. Luego del paso de la maquina, se evalúa cada aro y se juntan los granos y el desgrane de las espigas mal trilladas que se encuentran sobre el aro ciego. Para obtener los kg/ha perdidos por la cola de la maquina, se puede aplicar la relación de $333 \text{ granos/m}^2 = 100 \text{ kg/ha}$ de pérdidas. En caso de disponer de una balanza de precisión: $10 \text{ gramos de trigo/m}^2 = 100 \text{ kg/ha}$ 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.

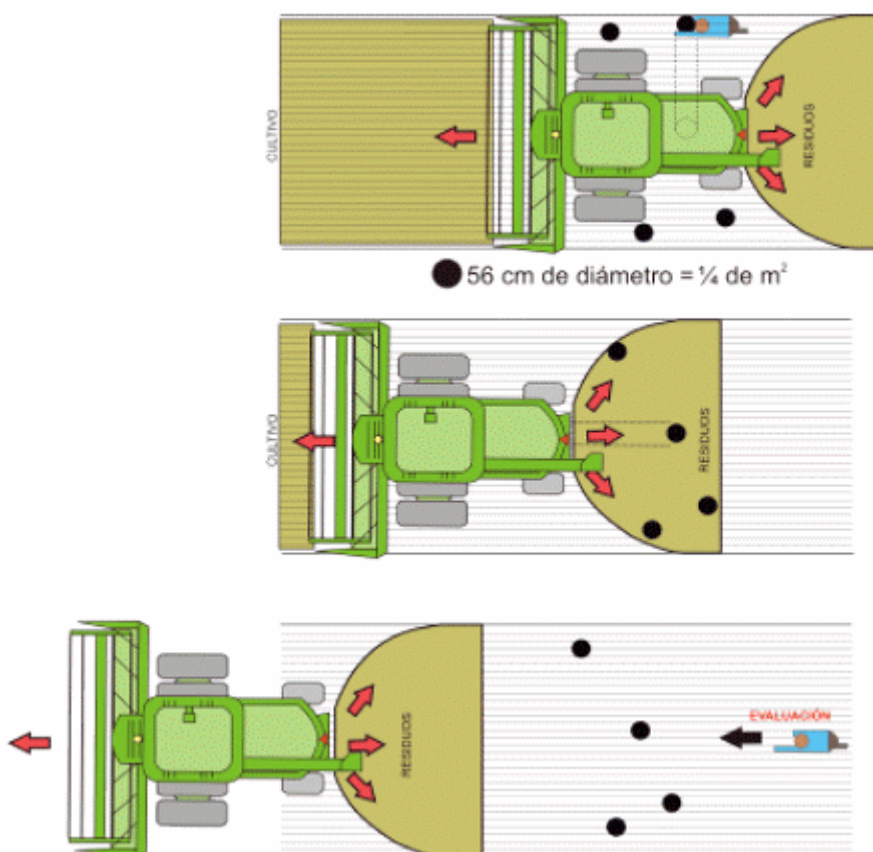


Figura 41. Esquema mostrando la metodología para medir pérdidas por cosechadora en trigo (por cabezal y por cola). Cada aro ciego de 56 cm de diámetro representa $\frac{1}{4}$ de m^2 (4 aros hacen una muestra de 1 m^2). La evaluación debe ser hecha aproximadamente en el mismo sector donde previamente se evaluaron las pérdidas de precosecha. Aclaración: 333 granos de trigo/ m^2 equivalen a 100 kg/ha de pérdidas.

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, 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 calculo previamente utilizando los aros de alambre).

Si el análisis de las pérdidas arroja valores superiores a la tolerancia, hay que determinar las causas. Junto con el operario de la cosechadora 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 80 kg/ha (cabezal + cola), de la cosechadora independientemente del rendimiento del cultivo.

AUTORES

Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini

Ing. Agr. José Peiretti

Diagramación Técnica:

Tec. Mauro Bianco Gaido

Proyecto PRECOP. INTA EEA Manfredi.

Ruta 9, km 636 (5988). Manfredi, Córdoba.

Tel/Fax: (03572) 493039

Email: precop@correo.inta.gov.ar - jpeiretti@correo.inta.gov.ar

Web: www.cosechaypostcosecha.org