

Octubre 2008

■ Efecto de la humedad relativa ambiente según el momento de trilla sobre las pérdidas y calidad de granos de soja

Mauricio Farrell
EEA INTA Anguil

■ Introducción

Las pérdidas en cantidad y calidad de granos en el cultivo de soja registradas en La Pampa en las últimas campañas han ido en constante disminución debido a incorporación de cantidad y calidad de máquinas cosechadoras, concientización y capacitación, no obstante estos valores se sitúan en la actualidad por encima del valor umbral de pérdidas (PRECOP, 2007)

Las pérdidas por calidad y cantidad están influenciadas por factores relacionados directamente con la máquina cosechadora como alta velocidad de avance, baja humedad al momento de la trilla, excesiva agresividad en el proceso de trilla, etc.

Por otra parte, existen factores ajenos a la cosechadora como las condiciones del lote en concordancia con las condiciones del clima en la etapa de precosecha y durante la cosecha que se considera un factor clave incidiendo de manera directa en la eficiencia final.

La temperatura como la humedad relativa ambiente posee un comportamiento diferente según la hora del día encontrando que para horarios cercanos al mediodía y por la noche se registran, según la región, altos valores de humedad relativa en contraparte a lo que sucede por la tarde en que los valores de humedad relativa decrecen considerablemente conforme al aumento de la temperatura.

Estas afirmaciones sugieren cambios constantes en la puesta a punto de la máquina cosechadora, donde la baja humedad relativa puede ser causa de excesiva pérdida por cabezal (desgrane) y daño mecánico por una alta agresividad en el proceso de trilla.

Sin embargo en situaciones de alta humedad relativa las pérdidas de granos por cola tienden a magnificarse debido a deficiencias en el proceso de separación en detrimento de las pérdidas por cabezal y daño en grano.

Numerosas son las causas de rotura del grano, algunas controlables mediante regulaciones y el mantenimiento de los elementos mecánicos y otras irreversibles que por inclemencias meteorológicas. Las condiciones climáticas adversas en el período de madurez fisiológica (MF) y madurez de cosecha (MC) predisponen al grano a una mayor susceptibilidad a ser dañado. La única forma de evitar este daño es, en los casos que se pueda, es adelantar la cosecha.

El objetivo del presente trabajo es analizar la evolución de las pérdidas en cantidad y calidad de grano de soja según el horario de trilla.

■ Antecedentes

La velocidad de avance óptima de la máquina cosechadora es uno de los factores que garantiza la eficiencia de cosecha, sin embargo altos valores en la velocidad de avance provocan altos valores en el Índice de Alimentación (IA)¹ generando altas pérdidas de granos por cola, mientras que bajas velocidades de avance están asociadas a bajos IA causando incremento en el daño en la semilla (Mowitz, 2000). En lo que corresponde a la humedad del grano al momento de la trilla, el caso particular del cultivo de soja, se debe comenzar la cosecha cuando la humedad del grano es de 16,5% y finalizar con un porcentaje de humedad no inferior al 13,5%. Según ensayos realizados por Bragachini et al 2003, señalan que por día de atraso en la cosecha de soja las pérdidas en precosecha, cuanto de cosechadora, se incrementan en 5,5 kg/ha/día, lo que daría un total de 11 kg/ha/día.

Estos valores presentados arriba son afectados por otros factores como el cultivar, condiciones climáticas, lo que hace conveniente disponer de datos para condiciones productivas de otras regiones al momento de realizar recomendaciones.

Las características de dureza del tegumento y/o su constitución química (fenoles, flavonoides) del grano le confiere la propiedad de resistir en mayor o menor medida la agresividad de los elementos mecánicos durante la cosecha. En general, los tegumentos que poseen mayor cantidad de lignina son los más resistentes al daño, ya sea mecánico o climático (Casini, 2005). El impacto que recibe el grano de soja al llegar a los elementos de trilla, es la causa más importante de la rotura de granos. (Casini *et al* 2005, Roskopf *et al* 2006)

La madurez fisiológica (MF) en la semilla de soja ocurre cuando posee la máxima cantidad de materia seca con humedades cercana al 22% (Teckrony et al., 1981), mientras que madurez a cosecha (MC) ocurre cuando la semilla posee humedad de almacenamiento (< 16%) (Buschermohle and Mc Neill, 1998). La calidad de la semilla puede deteriorarse rápidamente entre el periodo comprendido entre MF y MC, ya que condiciones de baja humedad favorecerán el daño mecánico durante el proceso de trilla, como así también condiciones de alta humedad que pueden retrasar la cosecha aumentando la probabilidad de infestación fúngicas de fin de ciclo reduciendo la calidad del grano (Sidhu, 1992; TeKrony et al. 1980). Estos datos coinciden con los obtenidos por Casini (2005), donde menciona que la susceptibilidad al daño mecánico se ve aumentada cuando el grano de soja ha sido afectado por daños climáticos en el periodo de precosecha.

Otro aspecto de importancia es el tipo de cultivar seleccionado que está relacionado con otros factores como el periodo de maduración, susceptibilidad al vuelco, inserción de la última vaina, etc. Wilcox et al. (1974) reporta que el deterioro de la calidad en la semilla de soja ha sido más pronunciado en cultivares de maduración tempranas en relación a aquellas de maduración tardías, en donde la cosecha ha sido retrasada en más de 8 a 10 semanas.

TeKrony *et al.* (1980) encontró que el poder germinativo de la semilla de soja puede deteriorarse a niveles por debajo del 80%.

Bragachini *et al.* 2006. menciona que para la trilla de soja seca, con humedad menor al 14 %, la velocidad lineal del cilindro de trilla debe ser de aproximadamente 12,7 m/seg. Esta excesiva agresividad del sistema de trilla, explica en parte los altos valores de grano partido hallado.

■ Materiales y métodos.

El ensayo se realizó en un lote ubicado en el área de influencia de la localidad de Realico en la provincia de La Pampa. El rendimiento promedio fue de 2,8 tn/ha.

Se realizaron mediciones de la humedad relativa y temperatura ambiente mediante la utilización de un higrógrafo y termómetro respectivamente en 5 horarios diferentes 12, 14, 16, 18 y 20 h., realizando en cada hora evaluaciones de pérdidas en precosecha, cabezal y cola utilizando el método que propone el PRECOP. Simultáneamente en cada hora de relevamiento se extrajo de la tolva de la máquina 6 muestras para evaluar mediante el uso de un higrógrafo la humedad y daño en grano (% de quebrado y daño invisible). Posteriormente se tomaron 10 plantas en cada horario de muestreo a fin de estimar el contenido de agua por pesado mediante secado en estufa, utilizando la

formula :

$$\% \text{ de agua} = 100 - [(P_i/P_f) * 100]$$

Donde

P_i es peso nicial en g.
P_f es peso final en g.

Cada hora de evaluación conforme un tratamiento, donde se realizaron 6 repeticiones en cada una.

La cosecha se realizo con una maquina John Deere 1175 modelo 2004 donde se mantuvieron constantes todas las elementos intervinientes en el proceso de cosecha.

Los valores de regulación son los siguientes:

Tabla 1: Datos de algunas de las variables de la maquina involucrada en el ensayo.

Variables	
Vel. Avance (m/h)	6500
Vel. Cilindro (rpm)	470
Apertura cilindro/cóncavo	max
Ancho cabezal (m)	6.3
C.T.T. (ha/h)	4.48
I. A. grano (Tn/h)	12.55

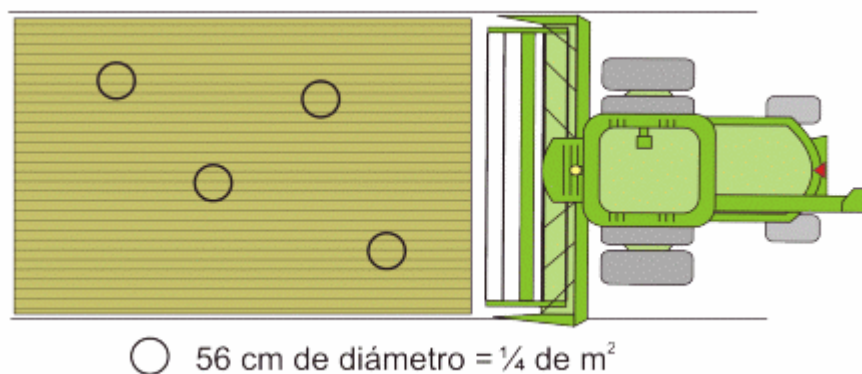
■ Diagrama del ensayo

- **Desgrane natural**

En una zona representativa del lote se arrojó 4 aros de 56 cm de diámetro del cual se recolectó los granos y vainas sueltas que no iban a ser tomador por el cabezal.

Para la determinación de la pérdida de precosecha se peso la muestra compuesta por granos sueltos más el desgrane de las vainas

Figura 1 Disposición de los aros de muestreo para la determinación de la perdida de precsecha.



- **Pérdidas por cabezal.**

Se determinaron arrojando 4 aros ciegos al paso del cabezal y antes de que caiga el material por la cola contabilizando y pesando todo aquel material (granos sueltos y vainas) que quedo dentro del área de los aros.

- **Perdidas por cola**

Se determinan arrojando 4 aros ciegos después del paso del cabezal y antes de que caiga el material por la cola, uno por debajo del cajón de zarandas y el resto en el área del cabezal y antes del paso del triturador y esparcidor de granza, contabilizando y pesando todos los granos y vainas que hayan quedado por encima de los 4 aros ciegos

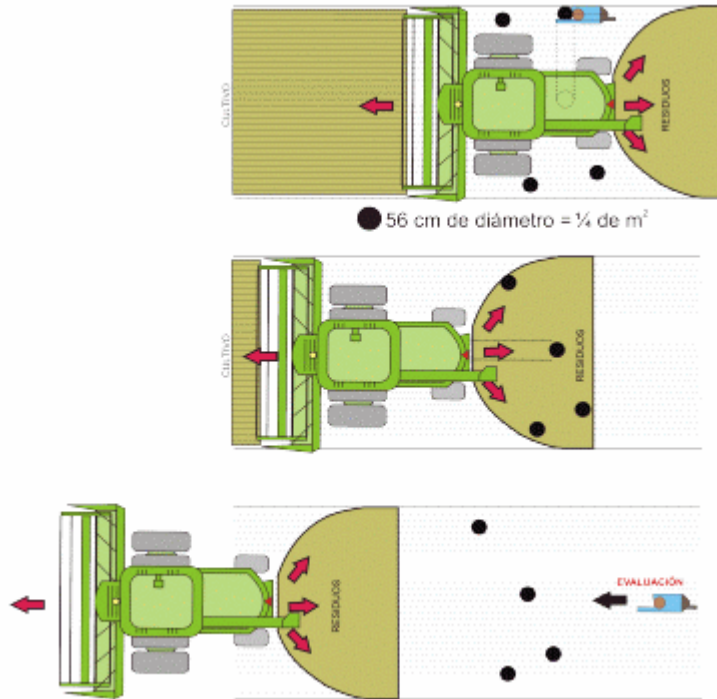


Figura 2: Disposición de los aros ciegos para muestreo de pérdidas de granos por cabezal y cola.

■ Resultados

A continuación se muestra en la Tabla 2 los datos de humedad relativa ambiente y temperatura obtenidos para cada horario del relevamiento.

Tabla 2: Humedad relativa ambiente y temperatura registrada durante los 5 horarios de relevamiento.

Hora	Hum. Amb. (%)	Temp. (°c)
12	45	29
14	38	31
16	40	26
18	53	22

20	79	17
----	----	----

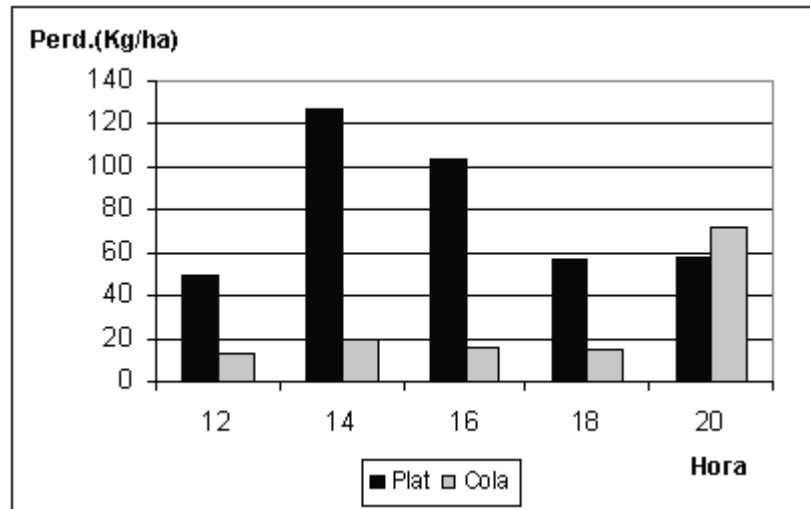


Figura 2: Perdidas por cabezal y cola durante los 5 horarios de relevamiento

La figura 2 muestra la evolución de las perdidas por cabezal y cola según el horario de muestreo y que a partir de las 14 hs donde se registro una humedad relativa ambiente del 38% se observa un incremento de las perdidas por cabezal del orden de los 126 kg/ha, o sea 77 kg/ha mas que lo registrado a la hora 12.

La determinación de perdidas por cabezal realizada en la hora 18 se encontró con valores de 57 kg/ha, es decir que al aumentar la humedad relativa ambiente a 53% produjo una reducción de la perdida por cabezal de 70 g/ha.

Esto muestra que en cultivos donde se observa un atraso importante en el proceso de cosecha las perdidas por cabezal son dependientes de los valores de humedad relativa.

Por otra parte las perdidas por cola durante el ensayo se mantuvieron en valores aceptables, sin embargo en la hora 20 el incremento observado en la humedad relativa ambiente produjo un aumento de perdida por cola (73 kg/ha).

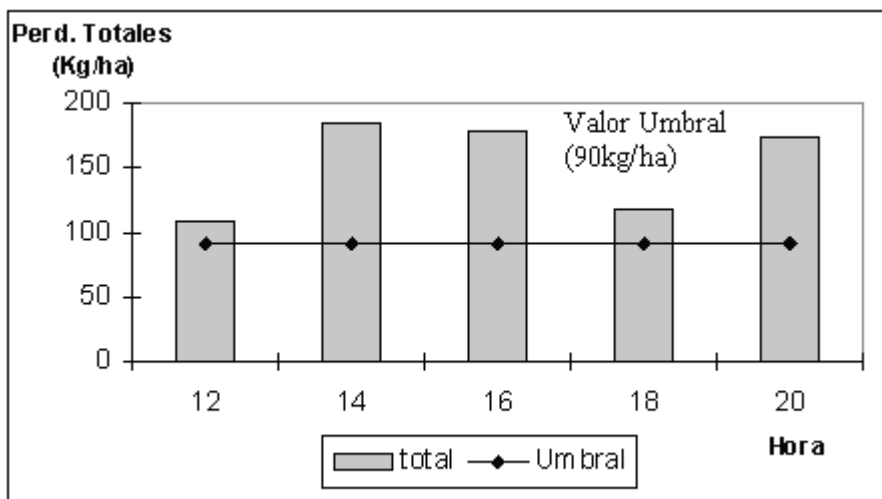


Figura 3: Perdidas totales durante los 5 horarios de relevamiento.

La figura 3 muestra la evolución de las pérdidas totales (precosecha + maquina) donde en el horario correspondiente entre las 14 h y 16 h se observan valores por encima del valor umbral propuesto por el PRECOP en el orden de 95 kg/ha, influenciados por los altos valores registrados en precosecha y cabezal del orden de 50 kg/ha.

■ Daño en grano.

A continuación se muestra la figura 4 donde se observa la evolución del daño mecánico y daño invisible según la humedad del grano registrada en cada horario de muestreo.

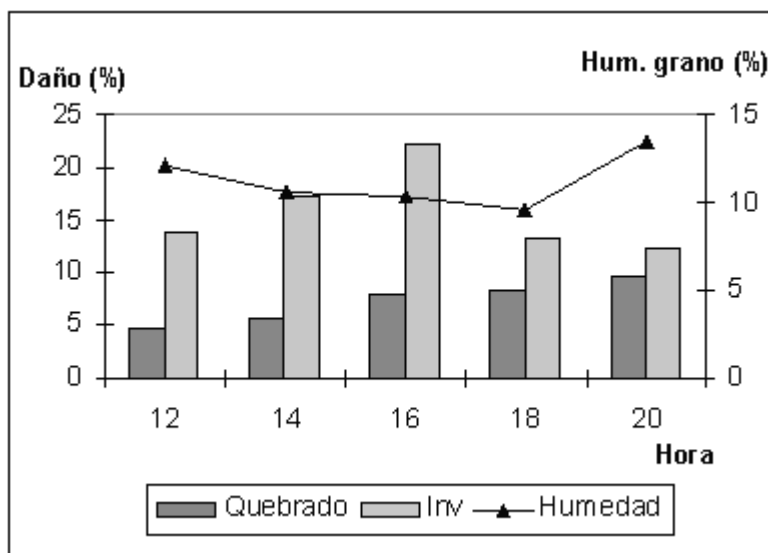


Figura 4: Relación entre el daño mecánico y la humedad en granos de soja según horario de relevamiento.

Tabla 3: Evolución de l daño total y la humedad de semilla en cada

horario de muestreo.

Horario (h)	Quebrado (%)	Daño Inv (%)	Daño total (%)	Humedad semilla (%)
12	5 a	14 a	19 a	12.2
14	6 a b	17 a	23 a	10.6
16	8 b c	22 a	30 a	10.3
18	8 b c	13 a b	21 a b	9.5
20	9 c	12 b	21 b	13.5

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$) por el Test de Tuckey.

La tabla 3 indica el daño por quebrado observado en la hora 14 difiere de manera significativa del resto, y que el % de daño invisible es significativamente menor en la hora 20 cuando la humedad relativa era del 79% corroborando que en horarios de mínima humedad relativa deben tenerse en cuenta las regulaciones pertinentes en velocidad de cilindro y apertura cilindro/cóncavo.

Influencia de la humedad relativa en la humedad del grano y su relación con las pérdidas en cantidad y calidad.

Los datos del pesaje de las muestras de plantas extraídas durante cada hora de relevamiento revelan que este acompaña a partir de la hora 14 de manera armónica el aumento de la humedad tal como lo muestra la figura 5.

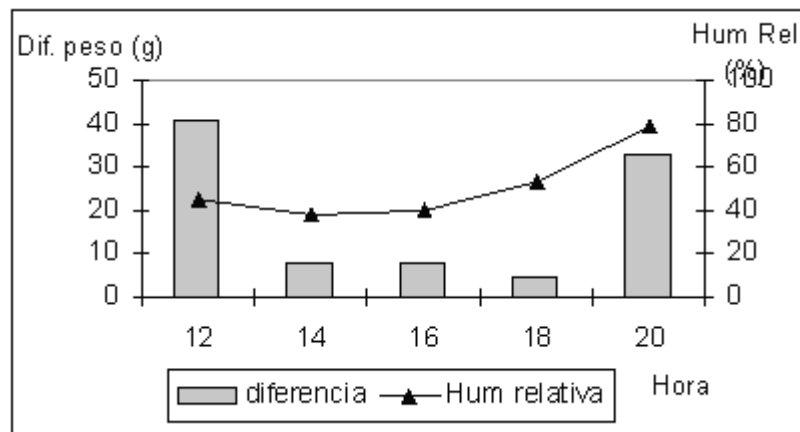


Figura 5: Peso de plantas de soja extraídas durante cada horario y su relación con la humedad relativa ambiente

Esta inferencia propone que los cambios en el valor de la humedad relativa ambiente sugieren cambios inmediatos en la puesta a punto en la maquina, que contrarresten el efecto de la humedad sobre las pérdidas de granos.

Tal como lo muestra la figura 6 donde se observa que la baja humedad relativa localizada en la hora 14 (38%) produce altas pérdidas por plataforma (135 kg/ha), mientras que en horas de la tarde (20 h), incrementos de la humedad relativa (79%) produce elevadas pérdidas por cola (72.2 kg/ha).

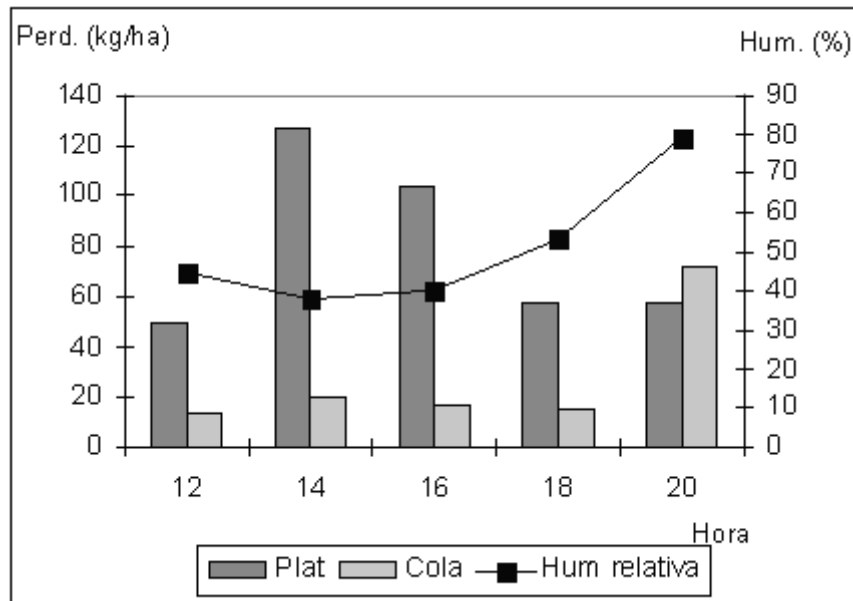


Figura 6: Pérdidas por cabezal y cola y su relación con la humedad relativa ambiente.

Sin embargo, la variación en la humedad relativa ambiente no acompaña de manera proporcional en el tiempo la variación en la humedad del grano. Se observa que en momentos donde la humedad relativa es baja, generalmente ocurre entre las 14 y 18 h se producen leves decrementos en la humedad del grano ocasionando altos valores de daño invisible. Como ocurrió en los horarios de 14 y 16 donde se produjo un aumento en el daño invisible (17.7 y 22.3 %) para humedad de semilla de 10.3 y 10.7% y humedad relativa ambiente de 38 y 40% respectivamente, mientras que en la hora 20 se registro un daño invisible de 12.3%, llegando la humedad de grano a 13.5% y humedad relativa ambiente de 79%.

Esta afirmación infiere que se podría cosechar soja que se encuentren por debajo de la humedad óptima de trilla (cultivos demasiados secos) en horarios nocturnos sin que afecte el almacenamiento, siempre que se realicen las regulaciones ante una probable pérdida por cola.

La figura 7 muestra la evolución del daño en semilla y el comportamiento de la humedad relativa ambiente y humedad del grano.

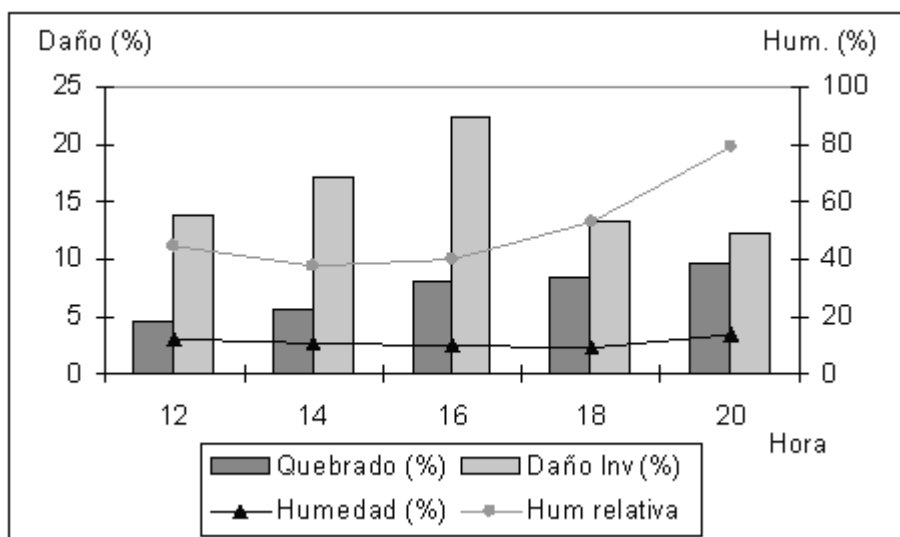


Figura 7

■ Conclusiones.

Del estudio se desprende que en horarios donde se registra baja humedad relativa genera influencia en pérdidas por cabezal y que para las condiciones del ensayo la hora 14 fue la que produjo la mayor pérdida (135 kg/ha), mientras que en horarios donde se observa un aumento de humedad relativa ambiente las pérdidas por cabezal disminuyen gradualmente hasta llegar a valores aceptables, no obstante las pérdidas por cola aumentan.

Las daños totales (quebrado + daño invisible) en granos se maximizan en los horarios en donde se registran la menor humedad relativa, siendo responsable de tales aumento el porcentaje de daño invisible.

Todo esto indica la importancia de las regulaciones pertinentes en deben realizarse según la hora de trilla. En horas de baja humedad relativa es importante mantener la velocidad de avance en valores óptimos que no permitan altas pérdidas por cabezal sin disminuir la capacidad de trabajo, manteniendo un índice de alimentación constante, bajas revoluciones de cilindro y máxima apertura cilindro cóncavo.

En horas donde se registre un aumento en la humedad relativa es indispensable mejorar el sistema de separación y limpieza colocando agitadores en el sacapajas permitiendo un mejor colado del material, aumentar la velocidad de cilindro que permita una trilla mas eficiente (material mas húmedo), reajustar el caudal de aire, verificar en todos los casos la limpieza del material en la tolva de la maquina.

En la actualidad, el alto nivel de equipamiento de las maquinas cosechadoras incide de manera directa en la eficiencia global del proceso, donde la incorporación de alternativas como el variador de velocidad de cilindro en la cabina, regulación de posición y altura de molinete, variador de la apertura cilindro/cóncavo desde la cabina, etc permiten a operadores capacitados tomar decisiones ante cambios en los parámetros de cultivo y ambientales.

Sin embargo, es importante considerar en situaciones como la planteada en el ensayo la posibilidad de trillar otros lotes con soja o maíz con mayor porcentaje de humedad en horarios donde predomine valores bajos de humedad relativa.

Bibliografía.

- Bragachini, M. y J., Peiretti. 2007. Soja, mejoras en la eficiencia de cosecha en la Argentina – Cosecha 2006/07. Actualización técnica N° 39. Mayo 2007. Proyecto INTA PRECOP. Córdoba. Argentina. 18 pags.
- Bragachini, M; Peiretti, J. 2006. La cosechadora como factor determinante en la calidad del grano obtenido. Grano partido...grano perdido. Revista APOSGRAN. Año XVII. N° 90 – Volumen 2/2005. 80 pags.
- Bragachini, M.; Mendez, A.; Peiretti, J. 2003. Cosecha de Soja. Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
- Buschermohle, M and McNeill, S. 1998. Drying, handling and storing soybeans in Tennessee. Exp sta. Ser PB1618. University of Tennessee, Knoxville.
- Casini, C. 2005. Importancia de la calidad de los granos de soja en el almacenamiento. Revista APOSGRAN. Año XVII N° 2 – Volumen 4/2005. 88 pags
- Mendez, J; Roskopf, R; 2006. Evolución del daño mecánico (% de grano partido) en el proceso de cosecha y transporte de granos de soja. SOJA 2006. para mejorar la producción N° 33. E.E.A. INTA Oliveros, Santa Fe. 107 pags.
- Mowitz, D. 2000. Slowpoke combines kill grain quality. Successful Farming n° 98. pp 41-42.
- Sidhu, H. 1992. Chemical compositions and physical damage of soybeans as affected by cultivar, harvest date, and field weathering . MS thesis. University of Tennessee, Knoxville.
- Teckrony, D.; Egli, D. and Phillips, A. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. Agron. Journal n° 72. pp 749-753.
- Teckrony, D.; Egli, D and Henson, G. 1981. A visual indicator of physiological maturity in soybean plants. Agron Journal n° 73. pp164- 1646.
- Wilcox, J.; Laviolette, F. and Athow, L. 1974. Deterioration of soybean seed quality associated with delayed harvest. Plant Dis. Reprtr n° 58. pp 130-133.

¹ Índice alimentación se refiere al material (grano + paja+granza) que ingresa al proceso de trilla. Se mide en tn/h.

Autor: Mauricio Farrell
EEA INTA Anguil