



**INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DEL GRANO Y LA VELOCIDAD DE
TRABAJO SOBRE LAS PÉRDIDAS DE COSECHA EN SOJA**

Trabajo Final

ESPECIALIZACION EN MECANIZACION AGRICOLA

Ing. Agr. Marcelo Amado

Director: *Ing. Agr. Dr. Guido Fernando Botta*

Escuela para Graduados Alberto Soriano

Facultad de Agronomía

Universidad de Buenos Aires

Fecha de entrega: Septiembre 2013

INDICE

• Resumen	4
• Introducción y antecedentes	5
• Objetivos e hipótesis	10
• Materiales y método	11
◦ Descripción del sitio	11
◦ Materiales	12
◦ Diseño estadístico	13
◦ Variables respuesta	14
◦ Método	15
• Resultados y discusión	16
• Consideraciones finales	29
• Conclusiones	31
• Bibliografía	32
• Agradecimientos	37

INDICE DE TABLAS

TABLAS

Tabla N° 1. <i>Evolución del cultivo de soja en Argentina (últimas 10 campañas agrícolas)</i>	5
Tabla N° 2. <i>Situación del parque de cosechadoras a principios de 2011</i>	6
Tabla N° 3. <i>Pérdidas por plataforma</i>	16
Tabla N° 4. <i>Pérdidas por plataforma en función de la humedad del grano</i>	17
Tabla N° 5. <i>Pérdidas por plataforma en función de la velocidad de avance</i>	17
Tabla N° 6. <i>Pérdidas por plataforma: porcentuales relativos de grano y vainas</i>	19
Tabla N° 7. <i>Pérdidas por cola</i>	20
Tabla N° 8. <i>Pérdidas por cola en función de la humedad del grano</i>	21
Tabla N° 9. <i>Pérdidas por cola en función de la velocidad de avance</i>	21
Tabla N° 10. <i>Pérdidas por cola: porcentuales relativos de grano y vainas</i>	23
Tabla N° 11. <i>Pérdidas de cosecha</i>	24
Tabla N° 12. <i>Pérdidas de cosecha: porcentajes relativos de sus componentes</i>	25
Tabla N° 13. <i>Pérdidas de cosecha en función de la humedad del grano</i>	26
Tabla N° 14. <i>Pérdidas de cosecha en función de la velocidad de avance</i>	27

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS

Figura N° 1. <i>Ubicación del lote.</i>	12
Figura N° 2. <i>Cosechadora utilizada en el trabajo.</i>	13
Figura N° 3. <i>Recolección de muestras de las pérdidas de cosecha.</i>	14
Figura N° 4. <i>Pérdidas por plataforma en función de la humedad del grano</i>	18
Figura N° 5. <i>Pérdida por plataforma en función de la velocidad de avance</i>	18
Figura N° 6. <i>Pérdida por plataforma en función de la velocidad de avance</i>	22
Figura N° 7. <i>Pérdida por cola en función de la humedad del grano</i>	23
Figura N° 8. <i>Pérdidas de cosecha en función de la humedad del grano</i>	28
Figura N° 9. <i>Pérdidas de cosecha en función de la velocidad de avance</i>	28

RESUMEN

Argentina es considerada como el país de mayor competitividad para producir soja en el mundo, ya que ha logrado obtener el mayor rendimiento promedio de soja de primera y el menor costo de producción. Para esta campaña se espera una producción récord de cerca de 50 millones de toneladas, para la cual en el país hay alrededor de 25.000 cosechadoras, número insuficiente para una recolección eficiente. Normalmente la cosecha se realiza en otoño momento en el cual las inclemencias del tiempo pueden producir retardos en la recolección, lo que sumado al hecho de la simultaneidad de cultivos para cosechar, provoca que los operarios de las cosechadoras aumenten las velocidades de trabajo, tanto de la máquina como del cilindro trillador lo que provoca incrementos de las pérdidas y del daño mecánico del grano, sobre todo en soja, que tiene un momento óptimo de recolección muy acotado. En el presente trabajo se evaluó el desempeño de una cosechadora convencional en la cosecha de un cultivo de soja con dos humedades de grano y tres velocidades de avance de la máquina. Se mensuraron las pérdidas por plataforma, por cola y de cosecha, contrastándose los resultados mediante ANOVA y Test de Tukey ($p < 0,05$). Los resultados obtenidos mostraron pérdidas con diferencias significativas entre las velocidades y entre las humedades, ensayadas, como así también entre las pérdidas por cola respecto a las de plataforma; pero no se encontró interacción entre las velocidades y las diferentes humedades. Se estima que los resultados obtenidos podrán aportar a los productores algunas herramientas más, a la hora de efectuar la cosecha de soja, especialmente cuando ésta alcance humedades de comercialización o aún menores, con el objetivo de minimizar las pérdidas ocasionadas por la máquina.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La Argentina es considerada como el país de mayor competitividad para producir soja en el mundo, ya que ha logrado obtener el mayor rendimiento promedio de soja de primera y el menor costo de producción (Bragachini, 2008). Considerando las últimas 10 campañas (Tabla N° 1), la superficie implantada de la oleaginosa creció de 14,5 a 19,5 millones de hectáreas, mientras que la producción trepó de 31.600.000 de tn a 48.300.000 de tn estimadas para la presente campaña (Bolsa de Comercio de Rosario, 2013 y Ministerio de Agricultura de la Nación, 2013), lo que implica que la superficie aumentó un 34,5 % y la producción un 52,8 %. Para recolectar esta producción, la Argentina cuenta con un parque de cosechadoras que ronda las 25.189 unidades, cuya antigüedad promedio es de 8,5 años (INTA Manfredi, 2013) (Tabla N° 2), similar al de EEUU, aunque con el doble y hasta el triple de horas de uso (Bragachini *et al*, 2011 b). Realizando un simple cálculo, cada máquina debería cosechar unas 775 ha en un tiempo acotado. Esto indicaría que la cantidad de máquinas cosechadoras resulta insuficiente para una recolección eficiente, hecho agravado por la superposición de cultivos a cosecharse y por que la superficie destinada a soja no está uniformemente repartida, como tampoco el parque de maquinaria, en el territorio nacional (Pozzolo *et al*, 2007).

Tabla N° 1. Evolución del cultivo de soja en Argentina (últimas 10 campañas agrícolas).

Campaña	Sup. implantada (millones de ha)	Producción (millones de tn)	Rendimiento (tn.ha ⁻¹)
2003/04	14,5	31,6	2,18
2004/05	14,4	38,3	2,66
2005/06	15,4	40,5	2,63
2006/07	16,1	47,5	2,95
2007/08	16,6	46,2	2,78
2008/09	18,0	31,0	1,72
2009/10	18,6	54,6	2,94
2010/11	18,9	48,9	2,61
2011/12	18,7	40,5	2,26
2012/13	19,5	48,3	2,58

Fuentes: Ministerio de Agricultura de la Nación y Bolsa de Comercio de Rosario

Tabla N° 2. Situación del parque de cosechadoras a principios de 2011.

Año	Edad	Unidades	% parque	% Edad
2010	1	1.257	5,04	0,05
2009	2	650	2,61	0,05
2008	3	2.017	8,08	0,24
2007	4	1.960	7,85	0,31
2006	5	1.765	7,08	0,35
2005	6	1.950	7,81	0,47
2004	7	3.080	12,34	0,86
2003	8	2.334	9,35	0,75
2002	9	560	2,24	0,20
2001	10	590	2,36	0,24
2000	11	697	2,79	0,31
1999	12	760	3,05	0,37
1998	13	1.467	5,88	0,76
1997	14	1.706	6,84	0,96
1996	15	1.560	6,25	0,94
1995	16	780	3,12	0,45
1994	17	1.180	4,73	0,80
1993	18	643	2,58	0,46
TOTAL		24.956	100	8,57 (edad prom.)

Fuente: INTA Precop

Normalmente la cosecha de soja ocurre durante el otoño, momento en el cual las inclemencias del tiempo pueden producir retardos en la recolección, lo que sumado al hecho de la simultaneidad de cultivos para cosechar, provoca que los operarios de las cosechadoras aumenten las velocidades de trabajo, tanto de la máquina como del cilindro trillador, lo que provoca incrementos de las pérdidas y del daño mecánico del grano (Hidalgo *et al.*, 2007). El grano es muy susceptible a los daños que puede ocasionarle la cosechadora por lo que el momento óptimo para la cosecha de soja es muy acotado, razón por la cual el productor deberá prestar especial atención durante la misma (Regonat, 2007). Se recomienda comenzar a cosechar cuando la humedad del grano alcanza el 16,5 % y finalizar cuando sea de 13,5 %.

El rubro cosecha es el de mayor participación dentro del mercado interno argentino de maquinaria agrícola, considerando la venta de cosechadoras, tolvas autodescargables,

tractores para traccionar las tolvas, cabezales, casillas, tanques de combustible, talleres rodantes y equipamiento para agricultura de precisión (Bragachini *et al.*, 2011 b). La inversión en maquinaria afectada a la cosecha en 2011, ascendió en Argentina, los 420 millones de dólares, lo que representa el 48 % del total de la maquinaria agrícola comercializada (Bragachini *et al.*, 2011 a). En este rubro, la participación del contratista rural, prestador del servicio de cosecha, es fundamental, llegando al 60 %. Considerando que la obsolescencia por retraso tecnológico y/o por uso comienza entre los 8 a 10 años ó 6.000 horas de uso del motor (Giordano y Bianchi, 2007), y teniendo en cuenta que en nuestro país la cosechadora trabaja entre 900 y 1.200 horas anuales, a los 5 años sería el momento de renovar la máquina, ya que estaría en el límite de obsolescencia por uso. Si observamos la Tabla N° 2 vemos que el 30 % del parque de cosechadoras está por debajo del límite de obsolescencia. La antigüedad de la máquina es un punto a tener en cuenta a la hora de cosechar ya que se ha verificado que las máquinas modernas permiten trabajar en cultivos de soja con menores pérdidas en relación al rendimiento y aún con mayor velocidad de avance que las máquinas antiguas (Giordano y Sosa, 2008). Sin embargo, el buen uso y mantenimiento de las máquinas antiguas, permite lograr niveles de pérdidas menores a los tolerables, siempre y cuando se utilice una velocidad de avance acorde con la capacidad de procesamiento de la cosechadora (Giordano *et al.*, 2009).

Según estimaciones del INTA, las pérdidas de cosecha de soja para la presente campaña promediaron los 120 kg.ha⁻¹, lo que representaría una pérdida de u\$ 1.230.000.000. Según este organismo, con la maquinaria actual, la tolerancia permitida debería ser de 75 kg.ha⁻¹ (INTA Manfredi, 2013). Lograr este objetivo le permitiría al país obtener 460 millones de dólares extras que podrían destinarse a la exportación. Si se consideran las pérdidas de precosecha, es decir aquellas que ocurren previamente a la recolección, las pérdidas totales se

elevan a 145 kg.ha^{-1} , ya que las mismas promedian los 25 kg.ha^{-1} . Estas ocurren por causas naturales y por manejo del cultivo y por lo general, por el retraso de la entrada de la cosechadora al lote. Si no se tienen en cuenta las causas naturales e impredecibles como tormentas o granizo, las pérdidas de precosecha no deberían producirse, siempre que se realice un buen manejo del cultivo, como ser elección correcta del cultivar para el tipo de suelo y fecha de siembra, que el mismo no tenga tendencia al vuelco, que presente la inserción de la primera vaina lo más alto posible, que no sea susceptible a enfermedades de fin de ciclo, que tenga menor dehiscencia natural y que presente una maduración uniforme. También se deberá tener cuidado en la densidad de siembra, que dependerá del grupo de madurez y del hábito de crecimiento, de la disponibilidad de agua y nutrientes y de la latitud y fecha de siembra. En cuanto al período de crecimiento y desarrollo, se deberá prestar especial atención a las malezas, plagas y enfermedades (Regonat, 2007).

En cuanto a la cosecha, son pocos los cultivos en que la misma resulta crucial como en la soja. El momento oportuno resulta muy acotado por lo que el retraso en la misma, ya sea por condiciones ambientales como por falta de maquinaria, hace que el operador de la cosechadora tienda a ir más rápido de lo ideal, lo que provoca mayores pérdidas de cosecha, por plataforma y cola, y mayor grado de daño al grano (Hidalgo *et al.*, 2007).

Como se mencionó previamente, las máquinas modernas permiten trabajar a mayor velocidad que las antiguas. De hecho, la tendencia actual en nuestro país se orientó a las máquinas axiales que permiten un mayor volumen de trilla que las convencionales, por lo que su velocidad de avance puede ser mayor. Del total de máquinas cosechadoras vendidas en 2010, el 68,5 % de las mismas fueron axiales (trilla y separación). Si se consideran las mixtas, esto es, máquinas de trilla convencional y separación axial, el porcentaje se eleva a 76,5 %

(Bragachini *et al.*, 2011 b). Esta tendencia no implica la obsolescencia de las cosechadoras convencionales de trilla con cilindro transversal y separación por sacapajas, ni de las máquinas con mayor uso. De hecho, trabajos de investigación elaborados por el INTA, avalan su uso siempre y cuando se le hagan los trabajos de mantenimiento y a su vez se la regule diariamente en función de la realización de evaluaciones diarias de las pérdidas de cosecha (INTA Manfredi, 2010).

En función de los antecedentes presentados, se realizó el presente trabajo, donde se evaluaron las pérdidas de cosecha cuando el cultivo alcanzó la humedad de comercialización y cuando ésta fue aún menor, como consecuencia del retraso en la recolección y que consecuencias produciría aumentos en la velocidad de avance de la cosechadora con el objetivo de no retrasar aún más los tiempos de cosecha. Los resultados obtenidos aportarán más herramientas para la toma de decisiones por parte del productor de soja, tendientes a disminuir las pérdidas de cosecha y por ende mejorar el resultado económico de su empresa.

OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivos generales

- * Contribuir al conocimiento de los efectos de la regulación de la velocidad de avance de una cosechadora convencional, ante distintas condiciones del grano sobre las pérdidas de cosecha.
- * Contribuir al conocimiento del efecto de la humedad del grano sobre las pérdidas de cosecha en un cultivo de soja.

Objetivos específicos

- * Evaluar las pérdidas de captación de una máquina cosechadora convencional en función de la velocidad de avance y el grado de humedad del grano.
- * Evaluar las pérdidas de trilla, separación y limpieza de una máquina cosechadora convencional en función de la velocidad de avance y el grado de humedad del grano.
- * Evaluar las pérdidas de cosecha de una máquina cosechadora convencional en función de la velocidad de avance y el grado de humedad del grano.

Para alcanzar los objetivos se plantearon las siguientes hipótesis

HIPOTESIS

- 1)- Las pérdidas de cosecha aumentan cuando disminuye la humedad del grano.
- 2)- Las pérdidas de cosecha son independientes de la velocidad de avance de la máquina en el rango de 4,5 a 6,5 km.h⁻¹.

MATERIALES Y METODO

Descripción del sitio

El trabajo se llevó a cabo en un establecimiento ubicado en el Partido de Junín, Provincia de Buenos Aires (Figura N° 1), cercano al casco urbano de la cabecera del partido. El mismo se encuentra en el norte de la provincia, en la Región denominada Pampa Arenosa, siendo sus coordenadas geográficas 34° 36´ 30” S y 60° 55´ 00” O. Según la Carta de Suelos (INTA, 1998) correspondiente, la unidad cartográfica está identificada como Ju 13 y está compuesta por una consociación de suelos formados por la serie Junín fase moderadamente bien drenada (90 %) y la serie Fortín Tiburcio (10 %). La capacidad de uso de estos suelos es IIIws y el índice de productividad de 55,5_A. En líneas generales se trata de suelos profundos y oscuros con aptitud agrícola que se encuentra en un paisaje ondulado, ocupando los sitios de lomas, bien a algo excesivamente drenados, relativamente jóvenes con escaso desarrollo, habiendo evolucionado sobre un sedimento eólico franco arenoso, no alcalino, no salino con pendiente predominante de 0-1 %. Según la clasificación de suelos del USDA (2006) estos suelos son Hapludoles típicos de textura limosa, mixta y térmica.

En función de los datos brindados por el INTA (GeoINTA, 2011) las precipitaciones promedian los 1.009 mm, las temperaturas medias son: 22,4 °C de máxima.; 10,2 °C de mínima y 16,3 °C la media anual.

Figura N° 1. Ubicación del lote



Materiales

Para la realización del presente trabajo se utilizó:

- Cosechadora John Deere 1450 de 133 kW (178 HP), tipo convencional, modelo 2004, con cilindro trillador de 1.300 mm de ancho (Figura N° 2).
- Plataforma con un ancho de labor de 7.000 mm (23´)
- Medidor de humedad de grano Tesma campo, precisión +/- 0,3 a 0,4%
- Material para la delimitación de las parcelas (cintas, jalones)
- Material para la recolección de muestras (aro "Propeco", envases)
- Material para el relevamiento de datos (cintas métricas, balanza, horno)
- Material para el procesamiento de datos (Pc, paquete estadístico Infostat y periféricos).

Figura N° 2. Cosechadora utilizada en el trabajo



El diseño estadístico

Dada la homogeneidad edáfica y topográfica de la superficie sobre la cual se trabajó, se realizó el experimento adoptando un diseño completo aleatorizado bajo un modelo unifactorial. Se asignaron a 18 unidades experimentales los 6 tratamientos correspondientes a la combinación de la humedad del grano y a las velocidades de avance obteniendo como resultado:

H13 V4: humedad 13,7 % y velocidad de avance 4,5 km.h⁻¹

H13 V5: humedad 13,7 % y velocidad de avance 5,5 km.h⁻¹

H13 V6: humedad 13,7 % y velocidad de avance 6,5 km.h⁻¹

H11 V4: humedad 11,5 % y velocidad de avance 4,5 km.h⁻¹

H11 V5: humedad 11,5 % y velocidad de avance 5,5 km.h⁻¹

H11 V6: humedad 11,5 % y velocidad de avance 6,5 km.h⁻¹

Las dimensiones de cada unidad son de 30 m de largo por 7 m de ancho, correspondiente a un ancho de labor de la cosechadora.

Las variables respuestas

La determinación de las pérdidas se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por el INTA (INTA Precop, 2011). Primeramente se determinaron las pérdidas naturales, es decir previo al pasaje de la máquina. La cosechadora trabajó con el desparramador de paja conectado, se arrojaron 4 aros ciegos de 0,25 m² durante el pasaje de la misma, correspondiendo 3 en los laterales y 1 por debajo de la “panza” de la máquina. El material que se obtuvo por debajo de los aros correspondió a las pérdidas naturales más las pérdidas por plataforma mientras que lo caído por arriba de los aros se debió a las pérdidas por cola (Figura N° 3). Todo el material recolectado se trilló, identificó y pesó, transformándolo al valor obtenido de pérdida en kg.ha⁻¹ y como porcentaje del rendimiento. Adicionalmente se identificaron tres fracciones de las muestras recogidas en el suelo luego del pasaje de la máquina: grano suelto, grano partido y vainas.

Figura N° 3. Recolección de muestras de las pérdidas de cosecha



Método

El ensayo se realizó sobre un lote comercial de soja y consistió en determinar las pérdidas que ocurren durante la cosecha del mismo por efecto de la plataforma y por la cola de la máquina, a fin de determinar las pérdidas de cosecha totales. Se tomaron dos momentos del cultivo, uno cuando el mismo se encontraba en la humedad límite de tolerancia de recibo de 13,5 % (SAGPyA, 2008) y el otro con 11,5 %, simulando un retraso del momento óptimo de cosecha. En ambos casos se determinó la humedad de grano por medio de muestreos al azar utilizando el higrómetro y una vez alcanzado el porcentaje del ensayo se determinaron las pérdidas naturales, es decir aquellas ocurridas previas al pasaje de la cosechadora.

Las parcelas pertenecientes al ensayo tuvieron un ancho equivalente al de labor de la máquina (7 m) y con 30 m de longitud. Se ensayaron 3 velocidades de trabajo: 4,5 km.h⁻¹, 5,5 km.h⁻¹ y 6,5 km.h⁻¹. Para determinar la velocidad efectiva de avance se midió jalando el terreno y el tiempo que tardó la máquina en recorrer esa distancia. Quedaron determinadas 3 parcelas para cada uno de los 6 tratamientos:

Una vez obtenida la totalidad de las muestras, los datos crudos de ambas variables se organizaron y analizaron con los paquetes estadísticos previamente mencionados. Primeramente se realizó un ANOVA y luego un análisis de comparaciones múltiples con el Test de Tukey (para ambos se utilizó un nivel de confianza del 95 %). En base a los resultados se desarrollaron las conclusiones sobre la puesta a prueba de las hipótesis y los objetivos planteados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para analizar las pérdidas de cosecha, se procedió a analizar en primer lugar a sus componentes, pérdidas de captación (por plataforma) y pérdidas de trilla, separación y limpieza (por cola), para luego analizar el conjunto de pérdidas a causa del pasaje de la máquina.

Variable respuesta: Pérdidas por plataforma

Una vez determinadas las pérdidas naturales, previo al pasaje de la máquina, se realizó la cosecha de las parcelas. A las semillas recogidas luego del paso de la plataforma y antes del pasaje de la cola de la máquina se le descontaron las pérdidas naturales, para obtener las pérdidas por plataforma. Para uniformizar las unidades de expresión, los gramos recogidos en los 3 m² de aros se transformaron en kg.ha⁻¹. Los valores obtenidos se encuentran en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Pérdidas por plataforma.

humedad (%)	velocidad (km.h ⁻¹)	pérdidas plataforma (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
11,5	4,5	20,0 a	9,7	48,2
13,7	4,5	24,6 a b	21,0	84,4
13,7	6,5	29,4 a b	21,1	71,9
13,7	5,5	41,1 a b	34,7	84,5
11,5	6,5	42,0 a b	21,8	51,9
11,5	5,5	52,0 b	37,1	71,4

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

Los resultados expuestos en la Tabla N° 3 muestran un buen desempeño de la máquina, independientemente de la humedad de cosecha y las velocidades de trabajo. Salvo un caso (H11 V5), todos los valores de pérdidas de captación hallados, se encuentran por debajo de la tolerancia propuesta por el INTA Precop (INTA Manfredi, 2013) que es de 50 kg.ha⁻¹ para este tipo de pérdidas. De todos modos, el tratamiento mencionado se halla apenas por encima de ese valor de referencia en sólo 2 kg.ha⁻¹. Al no verificarse interacción estadística entre las variables humedad x velocidad (p=0,4542), se presentan a continuación los análisis estadísticos de las pérdidas por plataforma en función de la humedad del grano y de la velocidad de avance.

Tabla N° 4. Pérdidas por plataforma en función de la humedad del grano

humedad (%)	pérdidas por plataforma (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
13,7	31,7 a	26,6	83,9
11,5	38,0 a	28,2	74,2

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

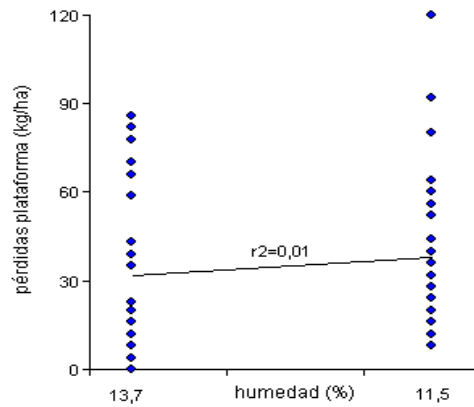
Tabla N° 5. Pérdidas por plataforma en función de la velocidad de avance

velocidad (km.h ⁻¹)	pérdidas por plataforma (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
4,5	22,3 a	16,1	72,4
6,5	35,7 a b	22,0	61,5
5,5	46,5 b	35,6	76,5

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

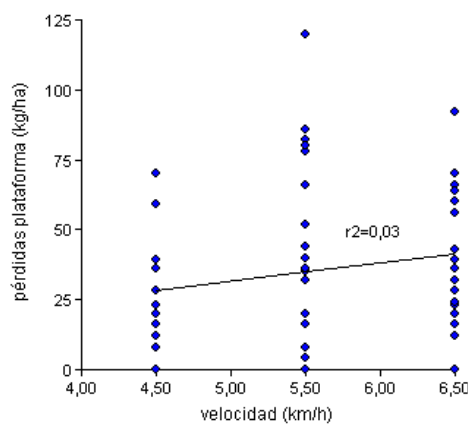
En la Tabla N° 4, se verifica que no hay incidencia de la humedad del grano, entre los dos valores analizados, sobre las pérdidas por plataforma. Sólo se puede observar que hay una tendencia al aumento de estas pérdidas a medida que se va secando el grano, aunque no sea estadísticamente significativa. Estos resultados se muestran en la Figura N° 4.

Figura N° 4. Pérdidas por plataforma en función de la humedad del grano



El r^2 hallado, muestra que las pérdidas por cabezal no dependen de la humedad del grano, en discrepancia a lo reportado por Hidalgo *et al.* (2007) quienes hallaron una alta sensibilidad del factor humedad sobre esta clase de pérdidas. En cuanto a la variación de la velocidad de avance, si se analiza la Tabla N° 5, se observa un comportamiento que responde a un “óptimo inverso”. Trabajando a la menor velocidad, las pérdidas por plataforma se minimizan. Cuando se aumenta la velocidad, el cabezal va a provocar mayores pérdidas, aunque el valor más alto se encontró a la velocidad intermedia de trabajo, disminuyendo si se aumenta un poco más la velocidad, aunque entre estos dos valores no se verifica significancia estadística. El r^2 hallado fue de 0,03; por lo que estas pérdidas tampoco muestran dependencia de esta variable (Figura N° 5).

Figura N° 5. Pérdidas por cabezal en función de la velocidad de avance



Adicionalmente, se realizó otro análisis al momento de recoger las muestras. Se separaron las fracciones que componen las pérdidas provocadas por el paso de la máquina, en dos: granos y vainas. El detalle de las mismas se expone en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6. Pérdidas por plataforma: porcentuales relativos de grano y vainas

humedad (%)	velocidad (km.h ⁻¹)	granos (%)	vainas (%)	total (%)
13,7	4,5	61	39	100
	5,5	69	31	100
	6,5	87	13	100
11,5	4,5	90	10	100
	5,5	97	3	100
	6,5	92	8	100

Cuando el grano se encuentra con 13,7 % de humedad, las pérdidas relativas de vainas son más importantes que cuando se encuentra más seco. El grano suelto en el tratamiento de H13 V4 correspondió al 61 % del total recogido, coincidiendo con Bragachini y Peiretti (2012), correspondiendo el resto a granos en chauchas. Para ese tenor de humedad, también se verifica que el aumento en la velocidad de avance de la cosechadora, provoca mayores pérdidas por desgrane, debido probablemente a un mayor sacudimiento de las plantas con la consecuente dehiscencia de las chauchas. Al retrasarse la cosecha, con la pérdida de humedad del grano hasta 11,5 %, las pérdidas provocadas por el cabezal serán mayoritariamente por desgrane de las vainas, independientemente de la velocidad de avance, ya que con esa humedad, el tratamiento que les otorga la plataforma, principalmente el molinete y la barra de corte, producirán la apertura de vainas con mayor facilidad que con un mayor grado de humedad de cosecha. Es por eso que las recomendaciones realizadas por el INTA, indican que

hay que comenzar a cosechar con mayores tenores de humedad para finalizar cuando esta alcance el 14 % ó 13 %.

Variable respuesta: Pérdidas por cola

La determinación de este parámetro se realizó con el uso de aros ciegos, por lo cual, la semilla recogida encima de los mismos luego del pasaje de la máquina, representa directamente las pérdidas por cola. Al igual que para la variable anterior, para uniformizar las unidades de expresión, los gramos de semillas recogidos en los 3 m² de aros se transformaron en kg.ha⁻¹. Los valores obtenidos se encuentran en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7. Pérdidas por cola.

humedad (%)	velocidad (km.h ⁻¹)	pérdidas por cola (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
13,7	4,5	17,7 a	17,4	98,4
13,7	5,5	27,3 a b	23,9	87,6
11,5	4,5	47,0 a b c	33,7	71,8
13,7	6,5	69,3 b c	61,7	89,1
11,5	5,5	70,3 b c	39,8	56,5
11,5	6,5	91,7 c	60,8	66,3

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

Para la variable pérdidas por cola se observa que el menor valor se obtiene cuando el grano tiene la mayor humedad y se trabaja a la menor velocidad. En el otro extremo, cuando el grano está muy seco y se trabaja a la máxima velocidad ensayada, las pérdidas por cola se elevan a casi 92 kg.ha⁻¹. Según el programa INTA Precop (Bragachini y Pairetti, 2012), la tolerancia para estas pérdidas ascienden a 25 kg.ha⁻¹, por lo que, salvo el tratamiento H13 V4, el resto está por encima de ese valor.

Al no verificarse la existencia de interacción entre la humedad del grano y la velocidad de avance ($p=0,7016$) se analizaron los efectos de ambos parámetros, velocidad y humedad del grano, en forma separada. Los resultados se presentan en las tablas N° 8 y N° 9.

Tabla N° 8. Pérdidas por cola en función de la humedad del grano

velocidad (km.h ⁻¹)	pérdidas por cola (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
13,7	38,1 a	44,6	117,0
11,5	69,7 b	48,5	69,7

Letras distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$)

Tabla N° 9. Pérdidas por cola en función de la velocidad de avance

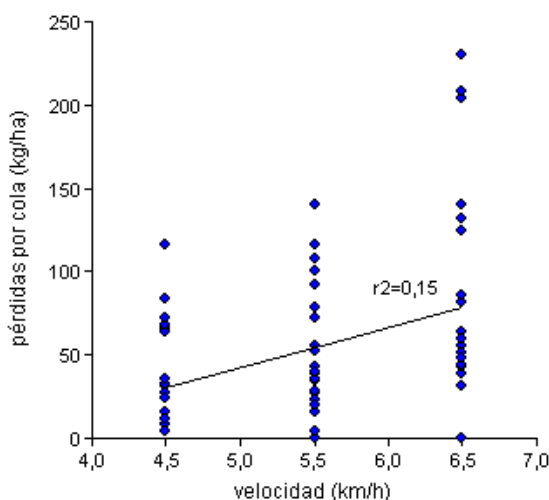
velocidad (km.h ⁻¹)	pérdidas por cola (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
4,5	32,3 a	30,2	93,5
5,5	48,8 a	38,9	79,6
6,5	80,5 b	61,0	75,8

Letras distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$)

Si bien los valores hallados presentan una alta dispersión verificada por los altos coeficientes de variación, no dejan de mostrar algunas consideraciones importantes. El retraso en la cosecha provoca que el grano se vaya secando, lo cual produce un efecto muy negativo en cuanto a las pérdidas por trilla, separación y limpieza. La reducción de 2,2 puntos de humedad, lo que puede ocurrir en corto tiempo, dependiendo principalmente del cultivar y las condiciones ambientales, produjo que las pérdidas por cola se eleven casi un 83 %. Para amortiguar estos efectos, probablemente el operario de la cosechadora opte por aumentar la velocidad de avance y así no retrasarse en la cosecha. Esta operación puede resultar una muy mala elección, ya que, como se muestra en la Tabla N° 9, el aumento de la velocidad, independientemente de la humedad del grano, produce aumentos de las pérdidas por cola. Un

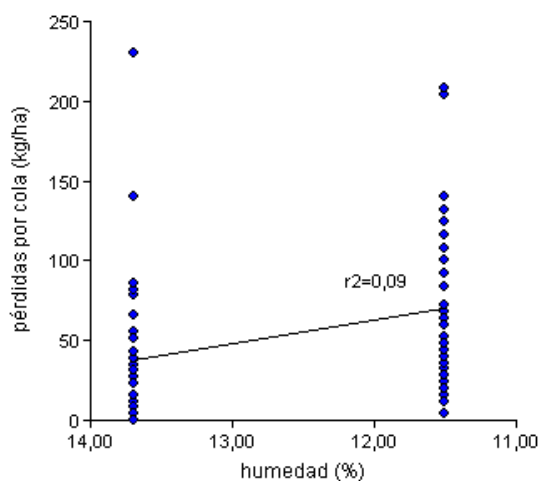
aumento del 22 % en la velocidad produjo un aumento en las pérdidas por cola de 51 %, mientras que si la velocidad se eleva 44 % (de 4,5 a 6,5 km.h⁻¹) el incremento en las pérdidas trepará un 150 % (Figura N° 6).

Figura N° 6. Pérdidas por cola en función de la velocidad de avance



Cabe recordar que al incrementarse la velocidad de avance, el índice de alimentación de grano (IAG) de la máquina también aumentará, pasando, para las condiciones ensayadas, de 10,1 tn.h⁻¹ a 14,5 tn.h⁻¹, es decir que la máquina deberá procesar por unidad de tiempo una mayor cantidad de material. Si bien el r^2 de la regresión es bajo (Figura N° 6), es mayor al r^2 hallado cuando se calcularon las pérdidas en función a la humedad (Figura N° 7), por lo que las pérdidas por trilla, separación y limpieza dependerán más del IAG, que de la humedad del mismo. Si bien este índice se incrementó en aproximadamente un 44 %, las pérdidas lo hicieron en un 150 %, lo que estaría mostrando que algunos mecanismos de la máquina encontraron un cuello de botella al procesar una mayor cantidad de material, especialmente el sacapajas o las zarandas, independientemente de la humedad del material que ingresa a la máquina.

Figura N° 7. Pérdidas por cola en función de la humedad del grano.



Igual a como se realizó el análisis para las pérdidas de captación, se muestran a continuación, los porcentuales relativos de las pérdidas por cola en las fracciones granos y vainas (Tabla N° 10).

Tabla N° 10. Pérdidas por cola: porcentuales relativos de grano y vainas

Humedad (%)	Velocidad (km.h ⁻¹)	granos (%)	vainas (%)	total (%)
13,7	4,5	100	0	100
	5,5	97	3	100
	6,5	99	1	100
11,5	4,5	97	3	100
	5,5	96	4	100
	6,5	99	1	100

Las vainas encontradas representan pérdidas por trilla, ya que estas deberían haberse abierto durante esta labor, mientras que los granos arrojados por la cola son pérdidas de separación y/o de limpieza, ya que no deberían haber caído al terreno sino que tendrían que estar en la tolva. Con independencia de la humedad de cosecha y la velocidad de avance de la

máquina, las pérdidas por cola ocurren principalmente por problemas en el sistema de separación y/o en el sistema de limpieza, ya que los porcentajes de granos toman valores entre el 96 y el 100 % de las pérdidas totales por la cola.

Variable respuesta: Pérdidas de cosecha.

Las pérdidas de cosecha son aquellas que se producen por acción de la máquina cosechadora sobre el cultivo y representan las pérdidas de plataforma y de trilla, separación y limpieza. No se incluyen las pérdidas de precosecha, es decir aquellas producidas con anterioridad al pasaje de la cosechadora. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11. Pérdidas de cosecha.

Humedad (%)	Velocidad (km.h ⁻¹)	Pérdidas de cosecha (kg.ha ⁻¹)	Desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
13,7	4,5	41,9 a	31,3	74,6
11,5	4,5	67,0 a b	30,3	45,3
13,7	5,5	68,3 a b	33,7	49,3
13,7	6,5	98,4 b c	60,5	61,5
11,5	5,5	122,3 b c	48,1	39,3
11,5	6,5	133,7 c	52,2	39,0

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

Tomando en cuenta la tolerancia propuesta por el INTA Precop, que como se mencionó anteriormente es de 75 kg.ha⁻¹ para las pérdidas de cosecha, los tratamientos de menores velocidades y el de mayor humedad a velocidad intermedia, son los que no superaron dicho valor, mientras que cuando se trabaja a alta velocidad, independientemente de la humedad del grano, o cuando este está muy seco y se trabaja a velocidad intermedia, ese

límite se supera ampliamente. En estos últimos casos, las pérdidas por cola han tenido gran peso relativo, ya que ellas solas alcanzan prácticamente el límite sugerido como pérdidas totales de cosecha en los tratamientos H13 V6 y H11 V5 y lo superan en un 22 % en el tratamiento H11 V6. Para ampliar el análisis sobre la incidencia de las pérdidas por plataforma y por cola en el total de las pérdidas de cosecha, se presenta la Tabla N° 12, donde se exponen los porcentajes relativos de los distintos componentes de las pérdidas de cosecha.

Tabla N° 12. Pérdidas de cosecha: porcentajes relativos de sus componentes.

humedad	velocidad	pérdidas plataforma		pérdidas por cola		pérdidas de cosecha	
(%)	(km.h ⁻¹)	(kg.ha ⁻¹)	%	(kg.ha ⁻¹)	%	(kg.ha ⁻¹)	%
13,7	4,5	24,5	58,3	17,5	41,7	42,0	100
11,5	4,5	20,0	29,9	47,0	70,1	67,0	100
13,7	5,5	41,1	60,2	27,2	39,8	68,3	100
13,7	6,5	29,2	29,7	69,2	70,3	98,4	100
11,5	5,5	52,0	42,5	70,3	57,5	122,3	100
11,5	6,5	42,0	31,4	91,7	68,6	133,7	100
Promedio		34,8	39,3	53,9	60,7	88,7	100

De la Tabla N° 12 surge que de las pérdidas de cosecha, el 39,3 % en promedio, corresponden a pérdidas por plataforma, mientras que el 60,7 % restante se deben a las pérdidas por cola. Esto se contrapone a lo reportado por Bragachini y Peiretti (2012) quienes señalan que los porcentajes relativos son de 70 % y 30 % para pérdidas por cabezal y por cola respectivamente en el cultivo de soja. De igual modo, esa misma tendencia encontraron Lança Rodrigues *et al.* (2009) quienes reportaron valores de 77,8 % para pérdidas por plataforma; Hidalgo *et al.* (2007) concluyen que las principales fuentes de pérdidas de cosecha son las

provocadas por el cabezal, González y Elisei (2006) señalan pérdidas por cabezal de 72,4 % e Insaurralde (2006) encontró porcentajes de pérdidas por plataforma entre 58 % y 89 %. En oposición, Vega León *et al.* (2008) mensuraron pérdidas de plataforma de 38% y de cola de 62%, valores más cercanos a los hallados en el presente trabajo.

Si bien la cosechadora ensayada pertenece a la clase IV, según la clasificación internacional de cosechadoras (Bragachini y Peiretti, 2009 a), y habiéndose reportado como límite un índice de cosecha de 17,2 tn.h⁻¹ cuando se cosechó trigo, a partir del cual las pérdidas por cola exceden la tolerancia (Bragachini y Peiretti, 2009 b) probablemente, el valor de IAG 14,7 tn.h⁻¹ resulte alto para la cosechadora, pudiendo esto provocar tan alto valor de pérdidas de trilla, separación y limpieza. Otra razón para explicar este comportamiento, es que junto a la mayor entrada de grano, también se incrementó el ingreso de otros componentes, tanto material inerte (partes no reproductivas del cultivo) como material extraño al mismo, incrementando el índice de alimentación total de los mecanismos de trilla, separación y limpieza, provocando el aumento de las pérdidas por la cola de la máquina.

Al igual a lo ocurrido con las pérdidas por plataforma y pérdidas por cola, se verificó la ausencia de interacción de las variables ensayadas, lo que nos permite analizar los resultados obtenidos de forma independiente. Tomando en cuenta la humedad del grano a cosecha, las pérdidas de cosecha muestran los valores que se presentan en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13. Pérdidas de cosecha en función de la humedad del grano.

humedad (%)	pérdidas de cosecha (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
13,7	69,6 a	48,6	69,9
11,5	107,7 b	52,4	48,7

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

Para el presente trabajo, cuando la humedad del grano alcanzó el porcentaje de comercialización, las pérdidas de cosecha estuvieron por debajo de la tolerancia, mientras que un retraso en la cosecha, con la consecuente disminución de humedad del grano, provocó que las pérdidas superaran en un 44 % la mencionada tolerancia. Independientemente de la velocidad, al cosechar más tarde, se incrementan notablemente las pérdidas de cosecha, en coincidencia con Bragachini y Peiretti (2012), Hidalgo *et al* (2007) y Richmond y Rillo (2006). Según el INTA Precop, en años húmedos no debería esperarse a cosechar con el 13,5 % de humedad, (humedad de comercialización de la soja), ya que podrán producirse condiciones climáticas que hagan retrasar la cosecha con un aumento significativo de las pérdidas de cosecha (Bragachini, 2010).

En cuanto al efecto de la velocidad de avance de la máquina, el mismo se detalla en la tabla N° 14.

Tabla N° 14. Pérdidas de cosecha en función de la velocidad de avance de la cosechadora.

velocidad (%)	pérdidas de cosecha (kg.ha ⁻¹)	desv est. (kg.ha ⁻¹)	CV (%)
4,5	54,5 a	32,7	60,1
5,5	95,3 b	49,1	51,5
6,5	116,0 b	58,1	50,1

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

En la Tabla N° 14 se visualiza que cuando se trabaja a baja velocidad las pérdidas de cosecha se pueden minimizar ya que las mismas alcanzaron valores menores a los de la tolerancia propuesta por el INTA. Si se opta por aumentar la velocidad de avance, las pérdidas totales se incrementarán. Este hecho es reportado por Bragachini *et al*, (2007) y Behr (2012).

Observando los resultados obtenidos vemos que las pérdidas de cosecha son más dependientes de las variaciones de la velocidad de avance de la cosechadora que de la humedad del grano cosechado (Figuras N° 8 y N° 9), en contraposición a lo reportado por Hidalgo *et al.* (2007).

Figura N° 8. Pérdidas de cosecha en función de la humedad del grano.

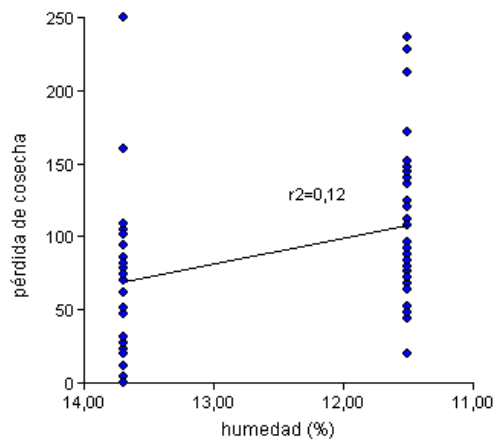
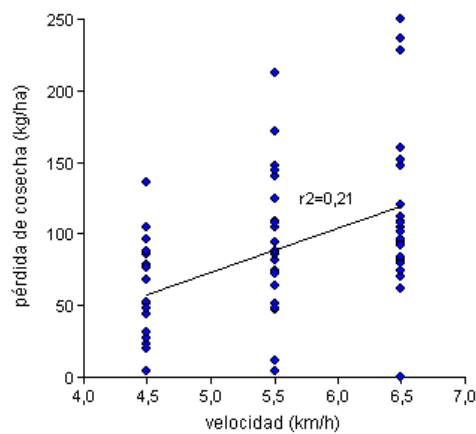


Figura N° 9. Pérdidas de cosecha en función de la velocidad de avance



CONSIDERACIONES FINALES

La primera hipótesis planteada señalaba que las pérdidas de cosecha aumentan cuando el grado de humedad del grano disminuye. En el apartado Resultados y discusión, se vio que las pérdidas por plataforma eran independientes de la humedad del grano en el rango de 13,7 % a 11,5 %, pero que si varían en función del secado del grano para las pérdidas por cola. Al resultar éstas últimas con mayor incidencia sobre las pérdidas de cosecha, el hecho de retrasar la cosecha, con la consecuente disminución del tenor de humedad del grano, producirá un aumento en las pérdidas totales por el pasaje de la máquina, lo que nos lleva a aceptar la Hipótesis N° 1.

Respecto a la incidencia de la variación de la velocidad de avance de la máquina sobre las pérdidas de cosecha, el aumento de la velocidad de trabajo en el rango 4,5 km.h⁻¹ a 6,5 km.h⁻¹ produce aumentos en las pérdidas por plataforma y por la cola de la cosechadora, aunque éstos no responden de igual manera. En cuanto a las pérdidas de captación, las mayores ocurrieron a la velocidad intermedia, mientras que a la mayor velocidad, aumentaron respecto a la menor aunque en menor grado. Las pérdidas por cola, mostraron un incremento directo a medida que se incrementaba la velocidad de avance de la máquina, aunque recién se verificó significancia estadística cuando la velocidad fue de 6,5 km.h⁻¹. Esto provocó que las menores pérdidas de cosecha ocurrieran cuando la velocidad de la máquina fue la menor. En cuanto se aumentó la misma, las pérdidas totales mostraron significancia estadística y superaron el límite de tolerancia propuesto por el INTA Precop. Esto nos lleva a rechazar la Hipótesis N° 2.

Por último y antes de arribar a las conclusiones, es importante destacar que si bien el INTA Precop lleva años trabajando sobre el tema pérdidas de cosecha y es considerada la institución madre a nivel nacional en este importante tema, los resultados encontrados aquí, no coinciden con el programa Precop en cuanto a la participación relativa de las pérdidas por plataforma y por cola en el total de las pérdidas de cosecha. Por supuesto que no por ello se trata de invalidar ningún trabajo, sino que por el contrario, esto nos abre las puertas a continuar la investigación.

Quizás para beneplácito de quienes trabajen en control de cosecha, se sugiere que durante la misma, en especial de la soja, se haga un continuo relevamiento de las pérdidas que ocasiona la máquina, ya que se verificó que éstas no siguen un patrón en común y que varían en función de la humedad del grano y la velocidad de avance de la máquina. Un control permanente permitirá al productor minimizar las pérdidas ocasionadas por la cosechadora optimizando el resultado de la producción.

CONCLUSIONES

El retraso en la cosecha de soja, con la consiguiente pérdida de humedad del grano, por debajo de la humedad de comercialización, provoca aumentos en las pérdidas de cosecha, independientemente de la velocidad de avance de la cosechadora.

Aumentos en la velocidad de avance de la cosechadora producen incrementos en las pérdidas de cosecha en el rango de humedad del grano ensayada.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bolsa de Comercio de Rosario. 2013. Guía Estratégica para el Agro: Estimación mensual nacional. En: <http://www.bcr.com.ar/>
- 2) Behr, E. 2012. Efecto de las regulaciones en la calidad de trilla. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 3) Bragachini, M. 2008. Crecimiento sostenido de la maquinaria agrícola argentina. INTA Manfredi. Proyecto PRECOP, Módulo Eficiencia de Cosecha. Manfredi, Córdoba. 34 pp.
- 4) Bragachini, M. 2010. Eficiencia de cosecha de soja. Campaña 2009-2010. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 5) Bragachini, M.; Peiretti, J. 2009 a. Clasificación internacional de cosechadoras. Oferta del mercado de cosechadoras en Argentina. Cuadernillo de actualización técnica N° 38. INTA PRECOP II. Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. 8 pp.
- 6) Bragachini, M.; Peiretti, J. 2009 b. Aumento de la eficiencia de la cosecha de trigo en Argentina. Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de granos. 14 pp.
- 7) Bragachini, M.; Peiretti, J. 2012. Instructivo para medir pérdidas durante la cosecha de soja. INTA PRECOP II. EEA INTA Manfredi. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>

- 8) Bragachini, M.; Peiretti, J.; Damen, D. 2007. Eficiencia de cosecha de soja. Progresos significativos. Nuevos desafíos de adopción tecnológica y nuevos valores de tolerancia. INTA PRECOP II. EEA INTA Manfredi. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 9) Bragachini, M.; Peiretti, J.; De Simone, M.; Sánchez, F. 2011 a. Mecanización del cultivo de soja en Argentina. Quinto Congreso de la Soja del Mercosur – Primer Foro de la Soja Asia – Mercosur. Mercosoja 2011. Rosario, Santa Fe. Argentina
- 10) Bragachini, M.; Peiretti, J.; Sánchez, F. 2011 b. Mercado actual y perspectivas en cosechadoras, cabezales maiceros y girasoleros. Proyecto PRECOP II - Eficiencia de Cosecha de Granos - INTA EEA Manfredi. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 11) GeoINTA. 2011. En: <http://geointa.inta.gov.ar/>
- 12) Giordano, J. M.; Bianchi, E. D. 2007. Pérdidas de cosecha en función de la tenencia de la cosechadora. EEA INTA Rafaela.
- 13) Giordano, J. M.; Sosa, N. 2008. Pérdidas de cosecha de trigo y soja, en función de la evolución tecnológica de las cosechadoras. Información técnica cultivos de verano. Campaña 2008. Publicación Misc. N° 112. INTA, EEA. Rafaela. p 159 – 163.
- 14) Giordano, J. M.; Sosa, N.; Bragachini, M. 2009. Pérdidas de cosecha de trigo y soja, en función de la evolución tecnológica de las cosechadoras y la importancia de su regulación diaria. Actas del X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur. Rosario, Pcia. de Santa Fe. Argentina. p 616 - 623.

- 15) González, N.; Elisei, J. 2006. Informe técnico de evaluación del funcionamiento de cosechadoras en el cultivo de soja en la campaña 2005/2006 en el norte de Buenos Aires. EEA INTA Pergamino. En www.cosechaypostcosecha.org/
- 16) Hidalgo, R.; Parra, A.; Pozzolo, O.; Ferrari, H. Botta, G. 2007. Incidencia de los contenidos de humedad del grano sobre las pérdidas en cosecha de soja. IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I del Mercosur. Córdoba, Argentina. 6 pp.
- 17) Insaurralde, M. 2006. Evaluación de las pérdidas de cosecha en un cultivo de soja mediante dos cosechadoras: convencional y de flujo axial. Trabajo de Intensificación para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. 17 pp.
- 18) INTA. 1998. Carta de suelos Hoja 3560-08-3 Junín.
- 19) INTA Manfredi. 2010. Cosecha de grano grueso - campaña 2009/10. ¿Con qué eficiencia Ud. está cosechando su cultivo de soja? En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 20) INTA Manfredi. 2013. Las pérdidas de cosecha de soja impactan hasta en 40 % del margen neto de producción. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 21) INTA Precop (Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Postcosecha de Granos y Agroindustria en Origen). 2011. Determinación de pérdidas durante la cosecha de soja. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/PerdidasCosechaSoja.asp>.

- 22) Lança Rodrigues, J.; Almeida Monteiro, L.; Oliveira, C.; Silveira de Oliveira, E.; Mazetto, E. 2009. Avaliação de perdas na colheita de soja na região de Paraguaçu Paulista – SP. X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur. Rosario, Argentina. 238:245.
- 23) Ministerio de Agricultura de la Nación. 2013. Series y Estadísticas. Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Estimaciones Agrícolas: Datos de la Dirección de Mercados Agrícolas. En: <http://www.siaa.gov.ar/>
- 24) Pozzolo, O.; Hidalgo, R.; Parra, A.; Ferrari, H.; Botta, G. 2007. Cosecha de soja: incidencia del sistema axial vs convencional sobre porcentaje de grano quebrado y pérdidas de grano. IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I del Mercosur. Córdoba, Argentina.
- 25) Regonat, A. 2007. Factores de manejo que inciden en la eficiencia durante la cosecha de soja. Precios, costos y márgenes. Hoja Informativa Económica: para ayudar en las decisiones de su empresa N° 27. EEA INTA Reconquista. 4 pp.
- 26) Richmond, P.; Rillo, S. 2006. Evaluación de las pérdidas causadas por el atraso en la fecha de cosecha en soja en el Partido de 9 de Julio (Pcia. de Buenos Aires) 2005-2006. En: <http://www.cosechaypostcosecha.org/>
- 27) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. 2008. Resolución 151/2008. Calidad agroalimentaria: Norma de calidad para la comercialización de soja. 6 pp.

- 28) USDA. 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Décima edición.
- 29) Vega León, M.; Cañet Prades, F.; Rodríguez Hernández, T.; Pérez Rodríguez, L. 2008. Evaluación de la cosecha mecanizada de tres variedades de soya. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 17 (1): 21-26. Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba.

AGRADECIMIENTOS

A la memoria del Profesor Ing. Agr. M Sc. Mario César Tourn, por su gran dedicación como docente y como colega. Gracias *Marito* por el tiempo compartido en la cátedra, por tu vocación, tu entrega y tu alegría para trabajar y llevar las cosas adelante y por tu apoyo permanente. Gracias por todos estos años de “profe”, colega, padre y amigo, un poco de cada uno en el momento indicado.

Al Profesor Dr. Guido Botta, por la oportunidad y apoyo para llevar a cabo este trabajo, corolario de la Especialización realizada bajo su incentivo y dirección junto al Ing. Mario Tourn.

A mi familia, sobre todo por su aguante al resignar tiempo con ellos para la realización de la Especialización y del presente trabajo.

A los integrantes de la Cátedra de Maquinaria Agrícola, en especial a aquellos que han aportado sus conocimientos y su invaluable tiempo, que me han permitido llegar a esta instancia.