



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



**1º Congreso  
Internacional  
de Silo Bolsa**

Mar del Plata / Balcarce  
13 al 16 de octubre de 2014

ARGENTINA

---

1<sup>st</sup> International Conference of Silo Bag

# Libro de Resúmenes

- Book of Abstracts -

Editores: Analía Gastón, Rita Abalone, Ricardo Bartosik



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE MAR DEL PLATA

# Primer Congreso Internacional de Almacenamiento de Granos en Silo Bolsa

octubre de 2014 : Mar del Plata, Argentina

## Libro de Resúmenes del 1er Congreso Internacional de Almacenamiento de Granos en Silo Bolsa

Analía Gastón, Rita Abalone, Ricardo Bartosik (Eds.)

1a ed. – xxxx, Argentina, INTA.

134 p. ; 20x28 cm

ISBN xxxxxxxxxxxx

1. Poscosecha. 2. Actas de Congreso. I. Analía Gastón, Rita Abalone, Ricardo Bartosik (Ed.)

I.

CDD xxxx

Fecha de catalogación: octubre de 2014

Primera Edición: octubre de 2014

Impreso en la Argentina

Arte, composición y diagramación:

INTA. Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional, área de Comunicación Visual.

CATALOGACION

*Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723 de Propiedad Intelectual.  
Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio o método, sin autorización  
previa de los autores.*

## Comisión Organizadora / *Organising Committee*

Ricardo Bartosik (INTA Balcarce)  
Leandro Cardoso (INTA Balcarce)  
Diego de la Torre (INTA Balcarce)  
Bernadette Abadía (INTA Balcarce)  
Pedro Ibáñez (INTA Balcarce)  
Bárbara Carpaneto (INTA Balcarce)  
Hernán Urcola (INTA Balcarce)  
Enrique Viviani Rossi (INTA Balcarce)  
Carlos Maneiro (INTA Balcarce)  
Eduardo Ezcurdia (INTA CRBAS)  
Darío Ochandio (INTA Barrow)  
José Massigoge (INTA Barrow)  
Analía Gastón (FCEIA-UNR)  
Rita Abalone (FCEIA-UNR)  
Claudia Castellari (FCA-UNMdP)  
Pablo Manetti (FCA-UNMdP)  
Carlos Braga (Fundación CIDETER)

## Comité Científico / *Scientific Committee*

Analía Gastón (FCEIA-UNR, Argentina)  
Rita Abalone (FCEIA-UNR, Argentina)  
Ricardo Bartosik (EEA INTA Balcarce, Argentina)  
Hernán Urcola (EEA INTA Balcarce, Argentina)  
Remigio Berruto (Universidad de Torino, Italia)  
Shlomo Navarro (Vulcani Center, Israel)



## Patrocinadores / Sponsors

### Platino



### Oro



### Bronce



### Instituciones







La tecnología de almacenamiento de granos en silo bolsa se utiliza en Argentina desde mediados de la década del '90 a raíz de la insuficiente capacidad de almacenamiento en instalaciones fijas, crisis económicas que llevaron a la quiebra de acopios comerciales (con perjuicio para muchos productores), necesidad de diferir el envío del grano al acopio de la cosecha para reducir costos de flete y comercialización, entre otras.

Una vez adoptada la tecnología por el sector, hacia fines de la década del '90, ocurrieron una serie de avances que permitieron la difusión masiva del silo bolsa. Las empresas metalmecánicas Argentinas comenzaron a desarrollar equipamientos específicos: las embolsadoras de grano seco, resultando como estándar de la industria las máquinas para bolsas de 9 pies; las extractoras con la capacidad y versatilidad de uso adecuadas y las tolvas autodescargables de gran capacidad que permitieron acoplar la creciente capacidad de trilla de las cosechadoras con el embolsado. A su vez, el INTA comenzó a realizar investigaciones para sentar las bases técnicas del almacenamiento en silo bolsa.

Durante la década del 2000 la producción de granos en Argentina tuvo un salto significativo, el cual no fue acompañado en su total magnitud por la instalación de capacidad de acopio en estructuras permanente. A su vez, se expandió la frontera agrícola hacia zonas donde no había infraestructura de poscosecha consolidada (NEA, NOA), lejos de los puertos y con una red vial que podría ser problemática en tiempos de cosecha. Esto, sumado al creciente volumen de información técnica aportado por el INTA y otras instituciones, hizo que rápidamente el sistema de silo bolsa se expandiera hasta alcanzar los 35-40 millones de toneladas embolsadas en los últimos 7 años.

Desde el punto de vista científico se han producido importantes avances que sentaron las bases de esta modalidad de almacenamiento hermético. En una primera instancia se estudió el almacenamiento de granos tradicionales (trigo, maíz, soja y girasol), luego de productos no tradicionales (maíz pisingallo, poroto, etc) y subproductos de la industria del procesamiento de granos (ej. burlanda). A su vez, se desarrollaron innovaciones tecnológicas que permitieron hacer un uso más eficiente del silo bolsa, tales como el test para medir la hermeticidad de la bolsa, tecnologías de monitoreo, tecnologías de sellado, modelos bio-económicos para predecir momentos óptimos de comercialización, utilización del silo bolsa y su hermeticidad para implementar atmósferas modificadas/controladas (control de insectos libre de pesticidas), evaluación de problemas de hongos y micotoxinas, y modelado de silo bolsas y la calidad del grano almacenado (embolsado virtual), entre otras.

Estamos en un contexto en que la población mundial se cuadruplicó en los últimos 100 años y se espera que para el 2050 sea de alrededor de 9,2 billones (FAO). Esto traerá aparejado un incremento de las demandas de granos especiales, segregación e identidad preservada, mayores requisitos de calidad, sanidad e inocuidad, mayor demanda de certificaciones e implementación de Buenas Prácticas y trazabilidad.

En este sentido el silo bolsa puede aportar importantes beneficios a un mundo demandante de soluciones para la seguridad alimentaria y logísticas de poscosecha: provee capacidad de almacenamiento flexible a un costo competitivo y de fácil implementación, se adapta fácilmente a programas de trazabilidad y segregación de granos y, sobre todo, permite reducir pérdidas de poscosecha en aquellos países con infraestructura de poscosecha deficiente.

Si bien esta tecnología ya tiene un importante camino recorrido, nunca tuvo un evento dedicado, donde en un solo lugar se puede tener acceso a toda la información. En tal sentido, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata y la Fundación CIDETER han decidido organizar el Primer Congreso Internacional de Almacenamiento de Granos en Silo Bolsa con los siguientes objetivos:

- crear un ámbito en el cual la **comunidad científica** que investiga el proceso de almacenamiento de granos en silo bolsa tenga la posibilidad de mostrar los resultados de sus trabajos ante sus pares y ante los usuarios de la tecnología;
- propiciar un ámbito donde los **usuarios actuales** de la tecnología puedan enterarse de las últimas novedades tecnológicas, mejorar la eficiencia de la actividad de embolsado y reducir las pérdidas del almacenamiento en silo bolsa a los límites compatibles con el estado actual de la tecnología;
- ofrecer a los **usuarios potenciales** de la tecnología (fundamentalmente extranjeros) la posibilidad de conocer todas las ventajas que la técnica de embolsado de grano seco ofrece para sus organizaciones o países.





## Índice Temático / *Technical Session*



TEMA 1	Maquinaria, equipamiento y novedades tecnológicas <i>Machinery, equipments and technological advances</i> .....	17
TEMA 2	Logística, identidad preservada, trazabilidad y economía <i>Logistics, identity preservation, traceability and economics</i> .....	23
TEMA 3	Atmósferas modificadas y controladas en silo bolsa para el control de insectos <i>Modified and controlled atmospheres for insects control in silo bags</i> .....	37
TEMA 4	Hongos y toxinas en silo bolsas, características y prevención <i>Fungi and mycotoxins in silo bags: characteristics and prevention</i> .....	47
TEMA 5	Almacenamiento en silo bolsa y calidad del grano <i>Storage of grains in silo bags and effects on quality</i> .....	59
TEMA 6	Modelado del ambiente de almacenamiento en silo bolsa y la calidad del grano <i>Modelling of grain storage and grain quality</i> .....	87
TEMA 7	Monitoreo de silo bolsas <i>Silo bag monitoring</i> .....	95
TEMA 8	Uso del silo bolsa para reservas forrajeras <i>Use of silo bags in fodder storage</i> .....	103



## Índice General / Table of Contents

### Tema 1 Maquinaria, equipamiento y novedades tecnológicas

*Machinery, equipments and technological advances*

- Conf. 1 Evolución Tecnológica del Almacenamiento de Granos en Bolsas Plásticas  
*[Technological Evolution of Grain Storage in Plastic Bags]*  
Casini, C.

- T1N1 Nuevo Diseño de Extractora Neumomecánica pra Silo Bolsa  
*[New Design of Pneumatic - Mechanical Extractor for Silo Bag]*  
Pozzolo, O.; Bre, F.; Aguerre, H. e Hidalgo, R.

### Tema 2 Logística, identidad preservada, trazabilidad y economía

*Logistics, identity preservation, traceability and economics*

- Conf. 2 Modelos Bioeconómicos para Mejorar el Manejo del Silo Bolsa  
*[Bioeconomic Models to Improve Silo Bag Handling]*  
Urcola, H. A.

- Conf. 3 Mejorar la Seguridad Alimentaria y Reducir las Pérdidas Mundiales de Poscosecha a través del Almacenamiento Hermético  
*[Increasing Global Food Security and Reducing Post - Harvest Loos with Hermetic Storage of Grains]*  
Maier, D. E. and Cook, S.

- Conf. 4 El silo bolsa y su impacto en la logística del sector agropecuario  
*[The impact of the Silo Bag in the Agricultural Sector Logistics]*  
Berruto, R.

- T2N1 Almacenaje de Soja en Silo bolsa: Evaluación Económica y Distribución Óptima de Ventas  
*[Soybean Storage in Silo Bags: Economic Assessment and Optimal Sales Distribution]*  
Hansen, M.; Urcola, H.; Cardoso, L.; Bartosik, R. y Mosciaro M.

- T2N2 Impacto Económico de la Investigación y el Desarrollo del Silo Bolsa en Argentina  
*[Economic Impact of Silo Bag Research and Development in Argentina]*  
Gatti, N.

- T2N3 Percepción de los Productores sobre Beneficios y Problemáticas en el Almacenamiento en Silo bolsa  
*[Farmers' Viewpoint on Benefits and Problems of Silo Bag]*  
Taher, H.; Urcola, H.; Cardoso, L.; Bartosik, R.

- T2N4 Aspectos Económicos Relacionados con la Implantación del Sistema de Almacenamiento de Arroz con Cáscara seco, en Silos Bolsa en la Agroindustria de Nicaragua  
*[Economic Aspects Related to the Implementation of Dry Paddy Rice Starage in Silo Bags System in Agribusiness in Nicaragua]*  
Gaviria Londoño, J.

### Tema 3 Atmósferas modificadas y controladas en silo bolsa para el control de insectos *Modified and controlled atmospheres for insects control in silo bags*

Conf. 5 Efectos de la Atmósfera Modificada en Insectos con Especial Referencia a los Silos Bolsa  
*[Effects of MA on insects with special reference to silo bags]*  
Navarro, S.

---

Conf. 6 El Ecosistema del Granel y el Control de Plagas en Silos Bolsa  
*[Grain Bulk Ecosystem and Pest Control in Silo Bags]*  
Yanucci, D.

---

T3N3 Disipación de Pirimifós-metil y Diclorvós Aplicados Durante Almacenamiento de Granos de Maíz (*Zea mais* L.)  
*[Dissipation of Pirimiphosmethyl and Dichlorvos Applied during Corn Grain Storage (Zea mais L.)]*  
Strada, J.; Ricca, A.; Rojas, D.; Nassetta, M.; Bruno, C.; Balzarini, M.; Conles, M.; Cristos, D. y Martinez, M. J.

---

T3N4 Aplicación de Fumigantes en Granos de Girasol Almacenados en Bolsas Plásticas Herméticas  
*[Fumigant Application on Sunflower Grains Stored in Sealed Plastic Bags]*  
Carpaneto, B.; Cardoso, L.; Bartosik, R.

---

### Tema 4 Hongos y toxinas en silo bolsas, características y prevención *Fungi and mycotoxins in silo bags: characteristics and prevention*

Conf. 7 Micotoxinas y Silo Bolsas  
*[Mycotoxins and Silo Bags]*  
Pacin, A.; Resnik, S.

---

T4N1 Influencia del Ambiente Hermético sobre el Crecimiento y Esporulación de Poblaciones Fúngicas Micotoxigénicas Asociadas a Grano de Maíz Almacenados en Silo Bolsa en la Provincia de Buenos Aires, Argentina  
*[Air-Tight Environmental Impact on the Growth and Sporulation of Mycotoxigenic Fungal Populations Associated with Corn Grains Stored in Silo Bags in Buenos Aires Province, Argentina]*  
Castellari, C.C.; Marcos Valle, F.J.; Mansilla, M.O.; Pacin, A.M.

---

T4N2 Comportamiento de Cepas de *Penicillium Funiculosum* thom Asociadas a Granos de Maíz Almacenados en Bolsas Plásticas en la Provincia de Buenos Aires, Argentina  
*[Behavior of Strains of Penicillium funiculosum Thom Associated with Corn Grains Stored in Plastic Bags in Buenos Aires province, Argentina]*  
Castellari, C.C.; Marcos Valle, F.J.; Mansilla, M.O.; Pacin, A.M.

---

T4N3 Relación entre Incidencia de *Fusarium verticillioides* y Variables de Calidad de Grano bajo Condiciones de Almacenamiento de Maíz en Tucumán, Argentina  
*[Relationship between the Incidence of Fusarium verticillioides and Variables of Grain Quality of Stored Corn in Tucumán, Argentina]*  
Díaz, C. G.; Rodriguez, R.; Aguaysol, C.; Juarez, J.; Saleme, P.; Ploper, L. D.

---

T4N4 *Fusarium* spp. en Trigo Almacenado en Silo Bolsa  
*[Fusarium spp. in Wheat Stored in Silo Bags]*  
Behr, E.; Cardoso, I.; Castellari, C.; Marcos Valle, F.

---

## Tema 5 Almacenamiento en silo bolsa y calidad del grano

### *Storage of grains in silo bags and effects on quality*

- Conf. 8 Almacenamiento en Silo Bolsa y Calidad del Grano  
*[Storage in Silo Bags and Grain Quality]*  
Bartosik, R.; Cardoso, L.; de la Torre, D.; Abadía, B.
- 
- Conf. 9 Sanidad e Inocuidad de los Granos  
*[Grain Health and Innocuousness]*  
Ricca, A.
- 
- T5N1 Calidad de Poroto Blanco Alubia (*Phaseolus vulgaris* L.) Almacenado en Bolsas Plásticas experimentales en Relación a la Presencia de Materias Extrañas en el Granel  
*[Quality of White Kidney Beans (Phaseolus vulgaris L.) Stored in Experimental Plastic Bags with Foreign Matter in Bulk]*  
Godoy, A.I.
- 
- T5N2 Relación entre la Concentración de CO<sub>2</sub> y las Pérdidas Físicas en el Almacenamiento de Soja en Silo Bolsa Granel  
*[Relationship between CO<sub>2</sub> Concentration and Physical Losses in the Storage of Soybean in Silo Bag]*  
Taher, H. I.; Bartosik, R.; Cardoso, L.; Urcola, H.
- 
- T5N3 Determinación de Cambios en la Calidad de Arroz Conservado en Bolsas Plásticas mediante Mediciones de la Concentración de CO<sub>2</sub>  
*[Determining Quality Changes in Rice Stored in Plastic Bags by Measuring CO<sub>2</sub> Concentration]*  
Hidalgo, R.; Pozzolo, O.; Domínguez, F.; Serafini, E.; Botta, G.
- 
- T5N4 Almacenamiento de Sorgo Granífero Húmedo en Bolsas Plásticas Herméticas en el Sur de la Provincia de Buenos Aires  
*[Storage of Moist grain Sorghum in Hermetic Plastic bags in the South of Buenos Aires Province]*  
Ochandio, D.; Massigoge, J. I.; Bartosik, R.; Cardoso, L.
- 
- T5N5 Conservación de Arroz en Bolsas Plásticas. Una Década de Investigación en Argentina  
*[Preservation of Rice in Plastic Bags. A Decade of Research in Argentina]*  
Hidalgo, R.; Pozzolo, O.
- 
- T5N6 Estudio de la Relación Cáscara - Grano en el Cultivo de Arroz en Implicancias con el Silo Bolsa  
*[Study of the Husk-Grain Relationship - Rice Crops Involving Silo Bagging]*  
Pozzolo, O.; Hidalgo, R.; Domínguez, F.; Meichtry, M.; Gromenida, N.
- 
- T5N7 Almacenamiento de Cebada Cervecera en Silo Bolsa  
*[Storage of Malting Barley in Silo Bags]*  
Massigoge, J.; Ochandio, D.; Bartosik, R.; Cardoso, L.
- 
- T5N8 Almacenamiento Hermético in Vitro de Granos de Avena, Colza, Girasol Maíz, Soja y Sorgo  
*[Air-tight In Vitro Storage of Oats, Rape Seeds, Sunflower, Corn, Soybeans and Sorghum]*  
Ochandio, D.; Massigoge, J. I.

- T5N9 Pruebas Preliminares de Metodologías para Aumentar el Tiempo de Conservación de Arroz húmedo en Silo bolsa  
*[Preliminary Test of Methodologies to Increase Storage Time of Moist Rice in Silo Bags]*  
 Ferrari, H.; Ferrari, M. C.; Aroztegui, S.
- 
- T5N10 Secado de Granos de Maíz a Baja Temperatura con Aireación Almacenado en Bolsas Plásticas  
*[Corn Grain Stored in Plastic Bags and Drying at Low Temperature through Ventilation]*  
 Casini, C.; Accietto, R. H.; Santa Juliana, D. M.
- 
- T5N11 Estudio del Efecto de la Media Sombra sobre la Calidad de Semilla de Soja (*Glycine max (L.) Merr.*) Almacenada en Bolsas Plásticas  
*[Corn Grain Stored in Plastic Bags and Drying at Low Temperature through Ventilation]*  
 Clemente, G.; Peppi, B.; Casini, C.; Pagliero, M.; Santa Juliana, D. M.
- 
- T5N12 Almacenaje de girasol con diferentes contenidos de humedad en silo bolsa  
*[Sunflower Storage with Different Moisture Contents in Silo Bags]*  
 Cardoso, L.; Ochandio, D.; Massigoge, J.; Izquierdo, N.; González Belo, R.; Bartosik, R.
- 
- T5N13 Evaluación de Calidad del Maíz Almacenado en Silo Bolsa  
*[Quality Evaluation of Corn Stored in Silo Bag]*  
 Ruffato, S.; Taffarel, C.; Bonaldo, S. M.
- 
- T5N14 Temperatura y Humedad de Equilibrio de la Masa de los Granos de Maíz Almacenados en Silos Bolsa  
*[Temperature and Equilibrium Moisture of the Mass of Corn Grains Store in Silo Bag]*  
 Ruffato, S.; Taffarel, C.; Zandonadi, R. S.; Nogueira, R. M.; Danao, M. G.

## Tema 6 Modelado del ambiente de almacenamiento en silo bolsa y la calidad de grano *Modelling of grain storage and grain quality*

- Conf. 10 Modelización de ecosistemas de granos almacenados en silos bolsas  
*[Modelling ecosystem of grain bulks stored in silo bags]*  
 Arias Barreto, A.; Abalone, R.; Gastón, A.
- 
- T6N1 Limitaciones del Uso de la Temperatura como Variable para Monitorear las Condiciones de Almacenamiento en Silo Bolsas  
*[Constraints on the Use of Temperature as a Variable to Monitor Storage Conditions in Silo Bags]*  
 Arias Barreto, A.; Abalone, R.; Gastón, A.
- 
- T6N2 Estudio de la Concentración de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en Silos-Bolsa mediante Simulación Computacional  
*[Study on CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Concentrations in Silo Bags by Computer Simulation]*  
 Arias Barreto, A.; Abalone, R.; Gastón, A.
-

## Tema 7 Monitoreo de silo bolsas

### *Silo bag monitoring*

- Conf. 11 Monitoreo de Silo Bolsas, Evolución y Perspectivas  
*[Silo Bag Monitoring, Evolution and Perspectives]*  
Cardoso, L.; Bartosik, R.; Santa Juliana, M.; de la Torre, D.
- 
- T7N1 Dispositivo de Telemetría para el Monitoreo de la Calidad del Grano en un Silo Bolsa  
*[Telemetry Device for Monitoring Grain Quality in Silo Bags]*  
Chiesa Vaccaro, A. L.; Toccalino, E. R.; García Marra, S.; Cerone, S.
- 
- T7N2 Estudio de la Variabilidad de la Concentración de Dióxido de Carbono y Oxígeno en Granos de Maíz (Zea Mays) Almacenados en Bolsas Plásticas bajo Diferentes Condiciones  
*[Study on Carbon Dioxide and Oxygen Concentration Variability of Corn Grains (Zea mays) Stored in Plastic Bags under Different Conditions]*  
Casini, C.; Santa Juliana, D. M.

## Tema 8 Uso del silo bolsa para reservas forrajeras

### *Use of silo bags in fodder storage*

- Conf. 12 El Silo Bolsa en los Modelos Productivos de Carne  
*[The Silo Bag in Meat Productive Models]*  
Santini, F.
- 
- T8N1 Efectos de los Aditivos Químicos sobre la Fermentación y Estabilidad Aeróbica de la Cebada Aplastada Almacenada en Bolsas Plásticas  
*[Effects of Chemical Additives on Fermentation and Aerobic Stability of Crimped Barley Stored in Plastic Bags]*  
Auerbach, H.; Weber, G.; Weber, U.
- 
- T8N2 Efectos de los Aditivos Químicos en la Fermentación, los Recuentos Fúngicos y la Estabilidad Aeróbica de la Pulpa de Remolacha Azucarera Comprimida y Almacenada en Bolsas Plásticas  
*[Effects of Chemical Additives on Fermentation, Fungal Counts and Aerobic Stability of Pressed Sugar Beet Pulp Stored in Plastic Bags]*  
Scholz, H.; Potthast, C.; Kramer, E.; Auerbach, H.
- 
- T8N3 Calidad Nutricional de Maíz Almacenado en Bolsa Plástica  
*[Nutritional Value of Corn Stored in Plastic Bags]*  
Azcona, J. O.; Iglesias, B. F.; Charrière, Ma. V.; Schang, M. J.
- 
- T8N4 Valor Nutricional de Sorgo Almacenado en Bolsa Plástica  
*[Nutritional Value of Sorghum Stored in Plastic Bags]*  
Iglesias, B. F.; Charrière, Ma. V.; Azcona, J. O.
- 
- T8N5 Practisilo  
*[Practisilo]*  
Castaldo, A.; Roberi, J.; Pariani, A.; Marengo, L.; Dubarry, J.; Kelly, M
-





TEMA 1

# Maquinaria, equipamiento y novedades tecnológicas

*Machinery, equipments and  
technological advances*



# Evolución Tecnológica del Almacenamiento de Granos en Bolsas Plásticas

## *Technological Evolution of Grain Storage in Plastic Bags*

Cristiano Casini <sup>1</sup>

### RESUMEN

Los primeros estudios en Argentina se comenzaron a realizar por el INTA a partir del año 1995. Se formó una red de investigación y experimentación del INTA a lo largo de todo el país que sentaron la base para el uso de esta tecnología (Casini et al., 2009). El trabajo de los técnicos del INTA en conjunto con diferentes Universidades y Empresas del sector privado, dieron como producto la tecnología adecuada para este sistema. Se trabajó en granos de los cultivos como el Maíz, Soja, Trigo, Girasol, Sorgo, Cebada Cervecera, Arroz, Poroto y Algodón (Rodríguez et al., 2002, Azcona et al., 2009). También se extendió su uso a semillas de alta calidad. Toda esta experiencia lograda gracias a una fuerte integración entre el sector público y privado, hace que hoy la Argentina tenga los avances más destacados en almacenamiento de granos en bolsas plásticas y lidera internacionalmente esta tecnología. La evolución tecnológica incluye el adecuado manejo en el llenado y extracción de granos de la bolsa y el control de calidad.

La innovación alcanzó a las máquinas embolsadoras y extractoras con equipos de alta tecnología y eficiencia. Se diseñaron instrumentos electrónicos de avanzada, con su respectivo software, que permitió el control de la calidad de los granos en forma simple y eficiente (Bartosik et al., 2010). La fabricación de bolsas plásticas logró la máxima calidad a nivel mundial.

La confiabilidad lograda en esta tecnología, incentivó el uso de este tipo de almacenamiento de granos a nivel nacional e internacional y permitió que esta práctica, la puedan aplicar productores agropecuarios, acopios, puertos y empresas industriales.

**Palabras claves:** Evolución tecnológica, almacenamiento de granos, silo bolsa, Argentina.

### ABSTRACT

*The first studies in Argentina were conducted in 1995 by the National Institute of Agricultural Technology (INTA). An INTA experimentation and research network, formed throughout the country, provided the foundations for the use of this technology (Casini et al., 2009). The joint work between INTA technicians and different universities and private companies resulted in the proper technology for this system. Grains such as corn, soybeans, wheat, sunflower, sorghum, malting barley, rice, beans and cotton were used in this study (Rodríguez et al., 2002) (Azcona et al., 2009). Its use has also been extended to high quality seeds. Such full integration between the public and private sectors not only have made this experience possible but also have promoted remarkable progress in grain storage in plastic bags in Argentina. In fact, our country leads the way in this technology internationally.*

<sup>1</sup> Asesor Privado. Javier López 2118 - 5009 Córdoba - Argentina. e-mail: ccasini1@yahoo.com.ar.

*Technological evolution includes proper handling of grain during the filling and unloading operation and grain quality control. Innovation extends to grain bagging machines and grain extracting machines with high-tech equipment and efficiency. State-of-the-art electronic instruments were designed, including the software that enabled a simple and efficient grain quality control (Bartosik et al., 2010). Plastic bag manufacturing achieved high quality standards worldwide.*

*The reliability of such technology both encouraged the national and international use of this type of grain storage and allowed farmers, grain elevators, ports and industrial companies to use this practice.*

**Keywords:** *Technological evolution, grain storage, silo bag, Argentina.*

## REFERENCIAS

Azcona, J., R. Bartosik, L. Cardoso, C. Casini, A. Couretot, M. Desimone, H. Ferrari, A. I. Godoy, R. Hidalgo, R. Luque, O. Pozzolo, J. C. Rodríguez, H. Rojo Guiñazú, D. M. Santa Juliana, D. Valdéz. 2009. Almacenamiento de granos en bolsas plásticas. Resultados de investigación. Convenio de Vinculación Tecnológica INTA – Empresas Fabricantes de Bolsas Plásticas. INTA Precop. INTA E.E.A. Manfredi. Córdoba Argentina. Pp 180.

Casini, C., J.C. Rodríguez y R. Bartosik. 2009. Almacenamiento de granos en bolsas plásticas. Resultados de investigación. Convenio de Vinculación Tecnológica INTA – Empresas Fabricantes de Bolsas Plásticas. INTA Precop. INTA E.E.A. Manfredi. Córdoba Argentina. Pp 180.

Rodríguez, J.C., R.E. Bartosik, H.D. Malinarich, J.P. Exilart, M.E. Nolasco. 2002. Almacenaje de granos en bolsas plásticas: Sistema silo bag. Informe final de Girasol – Maíz – Soja – Trigo. EEA INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. Pp: 8.

Bartosik, R., J. C. Rodríguez, L. Cardoso, D. de la Torre, B. Abadía. Buenas Prácticas en la Poscosecha de Trigo. Boletín de Noticias de Postcosecha. INTA PRECOP: Eficiencia de Postcosecha de Granos. Ediciones INTA. EEA Balcarce. Balcarce. Buenos Aires. Argentina. Pp 4-6.

T1N1

# Nuevo Diseño de Extractora Neumomecánica para Silo Bolsa

## *New Design of Pneumatic-Mechanica Extractor for Silo Bag*

C Pozzolo, Oscar<sup>1</sup>; Bre, Facundo<sup>2</sup>; Aguerre, Horacio<sup>2</sup> e Hidalgo Ramón<sup>3</sup>

## RESUMEN

El almacenaje de granos en silos bolsas es una práctica relativamente nueva que ha tenido una extraordinaria difusión en Argentina. Esta nueva práctica ha obligado a diseñar equipos específicos tanto para el embolsado del grano cuanto para su extracción. Particularmente para esta última se ha adoptado masivamente el principio de tornillo sinfín (Casini, C., 2002) que presenta algunas limitaciones para la extracción de granos húmedos y provoca roturas de granos que tienen una significativa incidencia económica en

<sup>1</sup>Instituto de Ingeniería Rural – INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina. <sup>2</sup>Profesionales actividad privada; <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNEE, Corrientes, Argentina. 9 de Julio 158 (3260), Concepción del Uruguay, Entre Ríos e-mail: facubre@hotmail.com, aguerrehoracio@gmail.com, pozzolo.oscarruben@inta.gob.ar, rj\_hidalgo@yahoo.com.ar

algunos cultivos como por ejemplo el arroz y el poroto (Hidalgo, et al, 2006<sup>a</sup>, Hidalgo et al 2006b). Los sistemas neumáticos realizan un mejor trato al grano pero prácticamente no han sido adoptados principalmente por su alta demanda de potencia y por su operatividad. Se propone un extractor basado en principios de impulsión neumático y mecánico. El mismo está compuesto por dos piezas principales: un cilindro de paletas que toma contacto con el grano captándolo y elevándolo y un ventilador de tipo axial que trabaja en forma interna y concéntrica al cilindro externo expulsando aire direccionado en una posición coincidente con la expulsión del grano por las paletas del cilindro externo. Esta combinación de una acción mecánica dada por las paletas por fuerza centrífuga, sumada a la corriente de aire le da suficiente energía a los granos para ser elevados y depositarlos en el acoplado de transporte. De esta manera se combinan los principios de acción mecánica con los neumáticos no produciéndose presiones ni abrasiones sobre los granos como con el sistema convencional de extracción basado en tornillos sinfines.

**Palabras claves:** Extractores para silos bolsas, Sistemas neumomecánicos, Argentina.

### ABSTRACT

*Grain storage in silo bags is a relatively new practice that has been widely spread in Argentina. Such new practice has created the need of specific equipment for both grain bagging and grain extraction. Especially for the latter, the screw conveyor principle has been adopted on a large scale (Casini, C., 2002). But it has certain limitations to extract moist grain and it also causes grain breakage which has a significant economic impact on certain crops such as rice and beans (Hidalgo, et al, 2006a, Hidalgo et al 2006b).*

*Pneumatic systems ensure a gentler handling of the grain but have not been widely adopted due to their high power demand and their operability. We propose an extractor based on pneumatic and mechanical discharge principles. This extractor consists of two main parts: a cylinder with blades that capture the grain and raise it to an axial fan inside the external cylinder working concentrically. The fan delivers air in the same direction as the grain expelled by the external cylinder blades. The combination of a mechanical action provided by the blades through centrifugal force, in addition to the stream of air, supplies the grain with enough energy to be raised and loaded on the truck. In this way, mechanical and pneumatic action principles are combined in order to prevent grain pressure and abrasions such as those caused by the traditional extraction system based on the screw conveyor principle.*

**Keywords:** Extractors for silo bags, Pneumatic- mechanical Systems, Argentina.

### REFERENCIAS

Casini, C. 2002. Guía para almacenar grano en bolsas plásticas. Información técnica Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de grano. INTA Manfredi. 4 pp.

Hidalgo, R.; Meza, H.; Pozzolo, O.; Ferrari, H.; Curró, C. 2006. Efecto de Tornillos de Arquímedes de Embolsadoras y Extractoras en la Calidad de Arroz. XVII Congreso Internacional de Plásticos Para la Agricultura –Comité Internacional de Plásticos en Agricultura – (CIPA) VIII Congreso Iberoamericano –Comité Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de los Plásticos en Agricultura- (CIDAPA) I Congreso Argentino Comité Argentino de Plásticos para la Agricultura – (CAPP) 23 – 25 de Octubre. Buenos Aires, Argentina

Hidalgo, R.; O. Pozzolo; C. Barrionuevo; H. Ferrari; C. Curró. 2006. Estudios de Distintos Factores Incidentes en la Calidad de Arroz (Oriza sativa) Conservado en Bolsas Plásticas. XVII Congreso Internacional de Plásticos Para la Agricultura –Comité Internacional de Plásticos en Agricultura – (CIPA) VIII Congreso Iberoamericano –Comité Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de los Plásticos en Agricultura- (CIDAPA) I Congreso Argentino Comité Argentino de Plásticos para la Agricultura – (CAPP) 23 – 25 de Octubre. Buenos Aires, Argentina.



TEMA 2

# Logística, identidad preservada, trazabilidad y economía

*Logistics, identity preservation,  
traceability and economics*





# Modelos Bioeconómicos para Mejorar el Manejo del Silo bolsa

## *Bioeconomic Models to Improve Silo Bag Handling*

Urcola, H. A.<sup>1</sup>

### RESUMEN

La motivación para el almacenaje de granos es que el ingreso esperado se incrementa en los meses posteriores a la cosecha. Entonces, productores que puedan almacenar a bajo costo tienen oportunidad de incrementar su beneficio económico a través de la comercialización (Fackler and Livingston 2002). Sin embargo, el almacenaje de granos no está libre de riesgos. Con el paso del tiempo, distintas plagas pueden desarrollarse y crecer en la masa de granos y esto puede reducir su calidad y su valor final de venta. Además, nuevas tecnologías de almacenaje y monitoreo, nuevas regulaciones y patrones climáticos cambiantes hacen necesario identificar estrategias de manejo económicamente eficientes para optimizar el valor de los granos almacenados.

El silo bolsa es una nueva tecnología de almacenaje que no requiere una inversión importante y constituye un sistema flexible que puede armarse en distintos lugares año tras año, lo cual es importante para empresas agropecuarias que trabajan tierra de terceros. El silo bolsa ha demostrado que una de sus mayores capacidades es la de devolverle al productor la facultad de controlar sus ventas eligiendo entre distintos posibles compradores para diversificar así su canal comercial. A partir de su difusión los productores tienen en el silo bolsa una herramienta práctica y económica para variar y fraccionar sus ventas entre distintos acopios o procesadores de grano como las plantas extrusoras de soja (Hansen et al., 2014).

Además, junto al silo bolsa se desarrollan también innovaciones asociadas que facilitan el manejo del silo bolsa. En particular, las tecnologías de monitoreo de CO<sub>2</sub> permite evaluar de forma práctica la evolución de la calidad del grano sin perturbar la atmósfera intergranaria. De esta forma el monitoreo periódico del CO<sub>2</sub> constituye una buena fuente de información para mejorar la toma de decisiones relativa al silo bolsa.

Este trabajo revisará los objetivos del almacenaje de granos en chacra; es decir, por qué se almacenan los commodities agrícolas y cuáles son los incentivos de los distintos actores económicos para almacenar granos. Posteriormente, se reverán las ventajas económicas que ofrece la tecnología del silo bolsa en relación a las formas tradicionales de almacenaje y venta. Finalmente, se resumirán los resultados obtenidos hasta el momento haciendo hincapié en las estrategias de manejo que integrando aspectos técnicos y económicos permiten obtener el máximo valor de los granos almacenados.

**Palabras claves:** Silo bolsa, Economía, Manejo, Toma de decisiones, Monitoreo

### ABSTRACT

*The motivation for grain storage is that the expected income is increased months after harvest time. In this way, producers capable of low cost storage have an opportunity to boost their profits through marketing (Fackler and Livingston, 2002). Nonetheless, grain storage is not risk free. After some time, different pests can develop and grow on grains, which will decrease grain quality and its final sale price. Furthermore, new technologies of storage and monitoring, plus new regulations and changing weather patterns make*

<sup>1</sup> EEA INTA Balcarce, Ruta 26 km 73,5, Balcarce (7620), Argentina. e-mail: [urcola.hernan@inta.gob.ar](mailto:urcola.hernan@inta.gob.ar)

it necessary to identify handling strategies economically efficient to maximize the economic value of the stored grains.

The silo bag is a new storage technology which does not require a significant investment and provides a flexible system that can be built in different places year after year. This is crucial for farming companies involved in working the land of third parties. Silo bags have proved that one of the greater benefits is the capacity to bring back farmers' sales control and to allow producers to choose potential buyers and diversify their business. Farmers have found that the silo bag is a useful and economical tool to vary and spread their sales over different stockpiles or grain processors such as soybean extruder plants (Hansen et al., 2014).

Moreover, innovations linked to silo bags are also developed, which facilitate silo bag handling. Technologies of CO<sub>2</sub> monitoring allow the practical assessment of grain quality evolution without disrupting grain atmosphere. This way, periodical CO<sub>2</sub> monitoring provides good information sources to improve decision making related to silo bags.

The purpose of this work is to review the objective of grain storage on small farms; why farm commodities are stored and why the different economic participants are stimulated to store grains. The economic advantages of silo bagging technology over the traditional storage and sale methods will be subsequently evaluated. Ultimately, the findings up to date will be summarized, emphasizing the importance of handling strategies that integrate technical and economic aspects that allow to obtain the highest value of stored grain.

**Keywords:** Silo bag, Economics, Handling, Decision Making, Monitoring

## REFERENCIAS

Fackler, P. L., and M. J. Livingston. "Optimal On-Farm Storage." Amer. J. Agr. Econ. (August 2002): 1103-71.

Hansen M., Urcola H. A., Cardoso L. M., Bartosik R. E. y Mosciaro M. A. 2014. Almacenaje de Soja en Silo Bolsa: Evaluación Económica y Distribución Óptima de Ventas. Aceptado para publicación en el 1er Congreso Internacional de Silo bolsa, 13 – 16 de Octubre de 2014. Mar del Plata, Argentina.

## CONFERENCIA 3

# Mejora de la Seguridad Alimentaria Mundial y Reducción de las Pérdidas Poscosecha de Granos a Través del Almacenamiento Hermético

## *Increasing Global Food Security and Reducing Post-Harvest Loss with Hermetic Storage of Grains*

Dirk E. Maier and Sam Cook<sup>1</sup>

## RESUMEN

Los granos de cereales constituyen casi la mitad de las calorías consumidas por humanos en todo el mundo, y son por lo tanto un componente esencial de la seguridad alimentaria mundial (FAO, 2002). Las

<sup>1</sup> Feed the Future Innovation Lab for the Reduction of Post-Harvest Loss, IGP Institute, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, 1980 Kimball Avenue, Manhattan, Kansas, 66506, U.S.A. e-mail: dmaier@ksu.edu

estimaciones sobre las pérdidas poscosecha de granos en todo el mundo documentadas difieren según el grano y región, pero varían desde menos de 5% hasta más de 50% (Boxall 1998; Appiah et al., 2011). Esto comprende no solo granos faltantes (pérdida de peso físico) sino también pérdidas cualitativas tales como granos deteriorados por el calor o los insectos, granos infestados de insectos o contaminados con micotoxinas no aptos para el consumo o la venta. El desarrollo de herramientas para reducir la cantidad de pérdida de granos después de la cosecha es una estrategia importante para luchar contra el hambre y la pobreza, y al mismo tiempo incrementar la seguridad alimentaria mundial.

El almacenamiento hermético es una tecnología milenaria en uso a nivel mundial como herramienta para controlar la infestación de insectos que atacan los granos y preservar su calidad de nutrientes y valor calórico. Al evitar el ingreso de aire al grano, los insectos adentro de la estructura de almacenamiento mueren por la formación de dióxido de carbono (hipercapnia) y la reducción del contenido de oxígeno (hipoxia) como resultado de la respiración natural del grano, insectos y hongos presentes (De Lima, 1990).

Se ha utilizado un sellado de alto grado en grandes silos para granel y depósitos, particularmente en Australia (Banks and Ripp, 1983; Newman, 1990). Sin embargo, estos fueron sellados para mejorar fumigaciones o en tratamientos de atmósfera modificada (AM), que permiten el intercambio de aire entre el interior y el exterior de la estructura. Sellar suficientemente grandes estructuras para almacenamiento hermético resulta difícil y costoso, pero se ha logrado con éxito a gran escala en forma de fosas subterráneas cubiertas con techos flexibles (Navarro et al., 1994).

A mediana escala, los silos bolsa originariamente se desarrollaron para el almacenamiento anaeróbico de forrajes picados que habían sido adaptados para almacenamiento de granos a granel primero en Argentina a principios de la década del 2000 y luego fue adoptado por muchos países en el resto del mundo (Bartosik et al., 2013). Durante los últimos años alrededor del 40% de los granos (35-40 millones de toneladas métricas) producidos en Argentina se almacena en silos bolsa. Los silos bolsa constituyen una tecnología de almacenamiento hermético clave que reduce las pérdidas poscosecha al mismo tiempo que provee a los productores de una alternativa económica para controlar la comercialización de sus granos almacenados entre cosechas.

A una escala menor, el almacenamiento hermético ha sido utilizado por pequeños agricultores y agricultores de subsistencia durante muchos años en la forma de contenedores de arcilla cubiertas de estiércol y paja, contenedores tales como calabazas, y bodegas subterráneas. Más recientemente, se utilizaron con éxito bidones de plástico y de metal recuperado y otros contenedores que podían sellarse (Navarro et al., 1994). Las tecnologías de almacenamiento hermético modernas como por ejemplo bolsas triples de plástico (PICS), bolsas de plástico multicapa con barrera limitadora de oxígeno (GrainPro SuperGrainbags™) y pilas de bolsas en forros plásticos que se pueden sellar (GrainPro Cocoons™) pueden ser más asequibles para pequeños agricultores o cooperativas de pueblos que la construcción de estructuras de almacenaje hermético a gran escala. Estas tecnologías se encuentran cada vez más disponibles en los países en desarrollo y pueden aportar una solución sustentable y económica para la prevención y reducción de las pérdidas poscosecha, y por lo tanto aumentar la seguridad alimentaria mundial.

**Palabras claves:** Almacenamiento hermético, pérdidas poscosecha, almacenamiento sellado, seguridad alimentaria.

## ABSTRACT

*Cereal grains account for nearly half of the calories consumed by humans worldwide, and are therefore a key component in global food security (FAO, 2002). Documented worldwide grain post-harvest loss estimates differ by grain and by region, but range from less than 5% to more than 50% (Boxall 1998; Appiah et al., 2011). This comprises not only missing grain (physical weight loss) but qualitative losses such as insect and heat damaged kernels, and insect infested and mycotoxin contaminated grain unfit for consumption or sale. Developing tools to reduce the amount of grain lost after harvest is an important strategy to fight hunger and poverty, and increase global food security.*

*Hermetic storage is an ancient technology in use worldwide as a tool to control insect infestation in grain and preserve its nutrient quality and caloric value. By preventing air ingress to the grain, insects inside the storage structure are killed by the buildup of carbon dioxide (hypercarbia) and a depletion of oxygen (hypoxia) as a result of the natural respiration of the grain, insects and fungi present (De Lima, 1990).*

*Large bulk silos and warehouses have been sealed to a high degree, most notably in Australia (Banks and Ripp, 1983; Newman, 1990). However, these were sealed for the purpose of improved fumigation or modified atmosphere (MA) treatments, which allow for some air exchange between the interior and exterior of the structure. To sufficiently seal large structures for hermetic storage is difficult and costly, but has been accomplished successfully on large scales in the form of underground pits covered with flexible roofs (Navarro et al., 1994).*

*On a medium scale, silo bags originally developed for anaerobic storage of chopped forages have been adapted for bulk grain storage first in Argentina in the early 2000s and from there adopted into many countries around the world (Bartosik et al., 2013). For the past few years about 40% of grain (35-40 million metric tonnes) produced in Argentina is being stored in silo bags. Silo bags are a key hermetic storage technology that reduces post-harvest losses while providing an economic alternative for farmers to gain control over marketing their stored grain between crop harvests.*

*On a smaller scale, hermetic storage has been used by smallholder and subsistence farmers for many years in the form of clay containers plastered with dung and straw, containers such as gourds, and underground cellars. More recently, reclaimed metal and plastic drums and other sealable containers have been used successfully (Navarro et al., 1994). Modern hermetic storage technologies such as triple plastic bags (PICS), multi-layer plastic bags with oxygen limiting barrier layer (GrainPro SuperGrainbags™) and bag stacks enclosed in sealable plastic liners (GrainPro Cocoons™) may be more affordable for smallholder farmers or village level cooperatives than constructing large-scale hermetic storage structures. These technologies are increasingly available in developing countries, and can provide a sustainable and affordable solution to the prevention and reduction of post-harvest loss, and thus increase global food security.*

**Keywords:** Hermetic storage, post-harvest loss, sealed storage, food security.

## REFERENCIAS

- Appiah F., R. Guisse, and P.K.A. Dartey. 2011. Post harvest losses of rice from harvesting to milling in Ghana. *Journal of Stored Products and Postharvest Research* 2(4), pp. 64-71.
- Bartosik, R., L. Cardoso, H. Urcola, R. Berruto. 2013. Economic analysis of storing grain in silo bags through a web application. EFITA-WCCACIGR Conference "Sustainable Agriculture through ICT Innovation", Turin, Italy, 24-27 June 2013.
- Boxall, R.A. 1998. Grains post-harvest loss assessment in Ethiopia. Final report. NRI Report No 2377. Chatham, UK: Natural Resources Institute.
- De Lima, C.P.F. 1990. Airtight storage: principle and practice. In *Food Preservation by Modified Atmospheres*, ed. M. Calderon and R. Barkai-Golan, ch. 2, 9-19. Boca Raton: CRC Press.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002. *Agricultural commodities: Profiles and relevant WTO negotiating issues*. Rome: FAO.
- Navarro, S., E. Donahaye, and S. Fishman. 1994. The future of hermetic storage of dry grains in tropical and subtropical climates. In *Proceedings of 6th International Working Conference on Stored Product Protection*. Wallingford, UK, CAB International.
- Newman, C. 1990. Specification and design of enclosures for gas treatment. In *Fumigation and Controlled Atmosphere Storage of Grain: Proceedings of an International Conference*, 108-130. Singapore. 14-18 February 1989.

# El Impacto del Silo Bolsa en la Logística del Sector Agropecuario

## *The Impact of the Silo Bag in the Agricultural Sector Logistics*

Remigio Berruto<sup>1</sup>, Patrizia Busato<sup>1</sup>, Ricardo Bartosik<sup>2</sup>, Leandro Cardoso<sup>2</sup>

### RESUMEN

Este trabajo expone los beneficios de un sistema transitorio de almacenamiento para granos denominado silo bolsa, el cual el INTA estableció y experimentó ampliamente. Entre los beneficios del sistema cabe destacar que la disponibilidad del sistema de almacenamiento en silo bolsa a campo facilita el transporte, ya que este último puede programar sus horarios sin condicionar la operación de cosecha.

Se realizó una simulación de eventos discretos con los datos recogidos durante las pruebas de campo para recrear la operación de cosecha y transporte con el objetivo de comparar el sistema de silo bolsa con el tradicional acarreo de granos recién cosechados a una planta de silos convencional.

Los resultados demuestran que cuanto más grande es la distancia desde el lote de producción al silo convencional, mayor es el ahorro debido al uso del silo bolsa, principalmente cuando no hay suficientes fletes disponibles. Incluso durante los períodos de mucha actividad de cosecha, el uso de silo bolsa posibilita el almacenamiento en grandes capacidades sin las interrupciones que ocurren debido a las demoras del transporte, o en la operación de las plantas de acopio.

También existen ventajas para los acopios, ya que a través del uso de silo bolsas pueden guardar los granos por períodos más extensos y pueden despachar importantes volúmenes de granos por año sin incurrir en grandes inversiones en costos fijos. La adopción del silo bolsa se traduce en menor flujo de granos a la planta de acopio durante las jornadas más laboriosas del pico de cosecha, lo cual resulta en un mejor servicio a los productores que tienen que esperar menos tiempo para descargar su producto.

Otro beneficio es la facilidad para mantener la identidad preservada del grano en una ubicación remota (origen de la mercadería) en comparación con una planta de acopio. Este aspecto podría ser de interés especialmente para determinados granos.

**Palabras claves:** silo bolsa, logística, poscosecha, modelado

### ABSTRACT

*This paper presents the benefits of a plastic, temporary storage of grain called silo bag, that was established and largely experimented by INTA. Among the benefit of the system, the availability of storage system in the field allow for a relief in the transportation system that can have its own schedule. In this case the transport is not a constraint for the harvest operation.*

<sup>1</sup> DISAFA Dept., University of Turin, Italy. <sup>2</sup> INTA, Balcarce, Argentina.

*A discrete event simulation was built upon the data collected during field trials to model the harvest and transport operation with the aim to compare the silo bag system vs. traditional hauling of grain just harvested to the elevator.*

*The results from the model shows that the larger the distance from the elevator, the greater are the saving due to the use of silo bags, especially with non-optimal number of trailers available. Especially during the busy harvest the silo bag proven to allow the use of large combine capacity without interruptions that can occurs because of delay in transport or elevator operation.*

*The advantages are also for elevator, that can collect grain for longer period during the year, and can ship large volume of grain per year without incurring in large investement in fixed costs. The lower flow of grain to the elevator during busy days with adoption of silo bags imply better customer service to the farmers, that have to wait less to unload their product.*

*Another advantage is the easyness of maintaining the identity preservation of the grain at remote location than in a large elevator. This aspect, especially for particular grain could be of interest as well.*

**Keywords:** silobag, logistic, postharvest, modelling.

T2N1

## Almacenaje de Soja en Silo Bolsa: Evaluación Económica y Distribución Óptima de Ventas

### *Soybean Storage in Silo Bags: Economic Assessment and Optimal Sales Distribution*

Hansen M.<sup>1</sup>, Urcola H. A.<sup>2</sup> y Bartosik R.<sup>2</sup>

#### RESUMEN

En la actualidad, en la Argentina, aproximadamente el 40% de la producción de granos es almacenada en silo bolsa. El uso de esta tecnología creció muy rápidamente pasando de unos 2 millones de toneladas en el año 2001 hasta algo más de 40 millones en 2010. Una de las principales causas de este fenómeno ha sido el gran aumento en la producción de granos registrado en los últimos años, no correspondido con un aumento en la capacidad de almacenamiento permanente. Este desequilibrio genera un déficit en la capacidad de almacenaje de un 35% aproximadamente. Varios especialistas consideran que el incremento en la producción nacional de granos registrado en los últimos años no hubiera sido posible sin la utilización generalizada del silo bolsa (Bartosik, 2012). Así, esta forma de almacenaje habría permitido salvar, a bajo costo, el cuello de botella que representaba la limitada capacidad de almacenaje.

Varios factores han favorecido una rápida adopción del silo bolsa. Comparado con los silos fijos, el silo bolsa es eficiente desde un punto de vista económico ya que no requiere una inversión importante y constituye un sistema flexible que puede armarse en distintos lugares año tras año, lo cual es importante para empresas agropecuarias que trabajan tierra de terceros. Sin embargo, uno de las características más importantes del silo bolsa es la capacidad de devolverle al productor la capacidad de controlar sus ventas eligiendo entre distintos posibles compradores y aprovechar así la oportunidad de incrementar sus ingresos. Así, con el uso de esta innovación el productor se guarda el derecho no solo de diferir y diversificar los momentos de venta sino de diversificar también su canal de venta. Los productores usuarios del silo bolsa cuentan con una he-

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar Del Plata. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Balcarce.  
e-mail: martin\_h\_07@hotmail.com



herramienta práctica para variar y fraccionar sus ventas entre distintos acopios o procesadores de grano - como las plantas extrusoras de soja, de rápido crecimiento en años recientes.

Existen varios estudios sobre los aspectos técnicos del almacenaje de granos en silo bolsa (Cardoso, et al 2008; Gastón et al 2009; Bartosik, Cardoso, Urcola, 2013), pero muy pocos sobre las ventajas económicas y las estrategias comerciales más adecuadas para esta tecnología. Este trabajo se propone: i) Analizar las ventajas económicas generadas por la adopción del silo bolsa, ii) cuantificar los beneficios económicos del almacenaje y venta de soja almacenada en silo bolsa versus el almacenaje y venta de soja almacenada en un acopio comercial y iii) identificar los cambios generados por el uso del silo bolsa en la distribución óptima de ventas de soja a lo largo del ciclo comercial en comparación con la soja almacenada y comercializada en un acopio comercial.

Se utilizará un modelo dinámico de optimización que permita identificar la distribución de ventas óptimas cuantificando el beneficio económico de cada forma de almacenaje bajo distintos escenarios de precios y distintas preferencias de los decisores (ej. distintos grados de aversión al riesgo). Los resultados obtenidos serán útiles para mejorar la forma de uso del silo bolsa y las estrategias de comercialización de soja.

**Palabras claves:** Silo bolsa, Soja, Almacenaje, Comercialización, Argentina.

## ABSTRACT

*Today, approximately 40% of Argentina grain production is stored in silo bags. The use of this technology has widely spread and grown rapidly from about 2 million tons in 2001 to over 40 million in 2010. One of the main reasons for this phenomenon has been the large increase in grain production over the last years, which has not been matched by the increase in permanent storage capacity. This imbalance generates a shortage in the storage capacity of approximately 35%. Many experts believe that the increase in the national grain production in recent years would not have been possible without the widespread use of silo bags (Bartosik, 2012). Thus, this storage method has eased the bottleneck caused by the limited storage capacity at low cost.*

*Several factors have stimulated a quick adoption of silo bags. Compared to permanent storage facilities, silo bags are economically efficient because they do not require a large investment and provide a flexible system that can be built in different places every year, which is of utter importance for farming companies that work on third-party lands. Nonetheless, one of the most important features of using silo bags is that the producer controls his sales by choosing among prospective buyers and, as a result, boosts his profits. This way, with the use of this innovation, farmers cannot only postpone or diversify his sales regarding time but also diversify his sales channels. Producers using silo bags possess a practical tool to vary and divide their sales among different stockpiles and grain processors, such as soybean extrusion plants, widely spread in the last years.*

*There are several studies on the technical aspects of grain storage in silo bags (Cardoso, et al., 2008; Gaston et al., 2009; Bartosik et al., 2013), but only a few refer to its economic advantages and most adequate commercial strategies. This work aims to: i) analyze the economic advantages of adopting silo bags, ii) quantify the economic benefits of the storage and sale of soybeans stored in silo bags versus the storage and sale of soybeans stored in commercial stockpiles and iii) identify the changes arising from the use of silo bags in optimal sales distribution of soybeans over the business cycle compared to soybeans stored and marketed in a commercial stockpile.*

*It will be used a dynamic optimization model that allows to identify the optimal sales distribution quantifying the economic benefit of each storage system in different price scenarios and different decision-maker preferences (for example, different degrees of risk aversion). The results obtained in this work will be useful to improve the use of silo bags and soybean marketing strategies.*

**Keywords:** Silo Bag, Soybeans, Storage, Marketing, Argentina.

## REFERENCIAS

- Bartosik, R. 2012. An inside look at the silo bag system. National Institute of Agricultural Technologies (INTA), Balcarce, Argentina.
- Bartosik, R., L. Cardoso, H. Urcola. 2013. Análisis económico del almacenamiento de granos en silo bolsas a través de una aplicación web. INTA EEA Balcarce, Argentina.

Cardoso, L., R. Bartosik, J. Rodriguez, D. Ochandio. 2010. Factors Affecting Carbon Dioxide Concentration in Interstitial Air of Soybean Stored in Hermetic Plastic Bags (Silo bag). National Institute of Agricultural Technologies (INTA), Balcarce, Argentina.

Gastón, A., R. Abalone, R.E. Bartosik, and J.C. Rodríguez. 2009. "Mathematical Modelling of Heat and Moisture Transfer of Wheat Stored in Plastic Bags (silo bags)." *Biosystems Engineering* 104 (1): 72–85. doi:10.1016/j.biosystemseng.2009.06.012.

T2N2

# Impacto Económico de la Investigación y el Desarrollo del Silo Bolsa en Argentina

## *Economic Impact of Silo Bag Research and Development in Argentina*

Nicolás Gatti <sup>1</sup>

### RESUMEN

En Argentina, el silo bolsa es una innovación ampliamente difundida en el sector agropecuario. Asimismo, el desarrollo de este sistema de almacenamiento ha sido un producto de la interacción público-privada. En este sentido, resulta interesante evaluar el aporte de la Investigación & Desarrollo (I+D) al sector agropecuario. El objetivo del trabajo es evaluar el impacto de esta innovación. Para ello, se utiliza una metodología de cálculo de excedentes económicos desarrollada en Alston, Norton y Pardey (1995). Como resultado se puede destacar que, con supuestos sobre elasticidades de oferta y demanda de almacenamiento, la innovación podría haber generado beneficios por 9,7 mil millones de dólares en promedio. Este resultado puede visualizarse en las ventajas que da este sistema a los agentes económicos de la cadena productiva: manejo estratégico del almacenamiento, certificaciones de calidad, acceso al crédito, disminución de cuellos de botella en la comercialización, entre otros. Es importante destacar que, para que estas innovaciones tengan éxito es necesario que la política pública cree un entorno regulador eficiente, infraestructura moderna y promueva el desarrollo del sistema financiero.

**Palabras claves:** Almacenamiento, Innovación, Impacto económico, Argentina

### ABSTRACT

*Silo bag is a widespread innovation in the Argentinean agricultural sector. Additionally, the development of this storage system is the result of public and private interaction. In this light, the assessment of Research and Development (R&D) contribution to agriculture provides an interesting picture. The purpose of this study is to evaluate the effect of such breakthrough. The method to estimate economic surplus proposed by Alston, Norton and Pardey (1995) is used for this project. As a result, it should be emphasized that with alleged elasticity of storage supply and demand, the innovation could have produced earnings of 9.7 thousand million dollars average. This outcome can be observed through the benefits this system provides for the economic agents of the production chain: storage strategic management, quality certification, access to finance, reduction of marketing bottlenecks, among others. It is important to highlight that such innovations would succeed if public policies create an efficient regulatory environment, modern infrastructure and foster the financial system development.*

**Keywords:** Storage, Innovation, Economic Impact, Argentina.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Cerviño 3101. CP 1425. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.  
e-mail: gatti.nicolas@inta.gob.ar.



## REFERENCIAS

Alston, J. M., Norton, G. W., and Pardey, P. G. 1995. Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. New York, USA: Cornell University Press.

T2N3

# Percepción de los Productores sobre Beneficios y Problemáticas en el Almacenamiento en Silo Bolsa

## *Farmers' Viewpoint on Benefits and Problems of Silo Bag*

Hernán Ignacio Taher<sup>1</sup>, Hernán Urcola<sup>2</sup>, Leandro Cardoso<sup>2</sup>, Ricardo Bartosik<sup>2</sup>

## RESUMEN

El uso de Sb permite aprovechar las diferencias estacionales de los precios y mejorar los ingresos con respecto al momento de cosecha (Guida Daza, 2002). Sin embargo, el almacenamiento de granos en Sb a campo puede resultar riesgoso cuando los productores no le prestan adecuada atención a la confección y cuidado de la bolsa. De esta manera, la calidad comercial del grano tiende a deteriorarse a través del tiempo (Mason y Woloshuk, 2010), lo que implica un costo.

Con el fin de atender a las necesidades de los productores en el almacenamiento de silo bolsa, se realizó una encuesta para poder identificar los problemas en el almacenamiento del grano de soja en silo bolsa y reconocer los fundamentos de la venta.

La encuesta fue realizada en forma personal y vía web (con un total de 22 encuestas), abarcando productores de las provincias de Buenos Aires, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, La Pampa, Córdoba y Tucumán. Se realizaron tanto en plantas de acopios como en establecimientos agropecuarios garantizando estudiar mayor variabilidad en el manejo del silo bolsa.

Las principales problemáticas mencionadas fueron roturas (68 %), problemas en el cierre (50%) y exceso de humedad del grano (50%). En menor medida mencionaron haber tenido problemas asociados al plástico del silo bolsa (28%).

En cuanto a la venta, el 73 % menciona vender por conveniencia de precios y el 37 % por cuestiones financieras, es decir debido a su necesidad de disponer el dinero. En el caso de existir riesgos en la pérdida de calidad del grano, mencionaron vender inmediatamente (5%).

Señalaron que el uso de silo bolsa permite aumentar los precios en la venta del grano, da seguridad económica (ya que el valor del grano queda dolarizado), y permite disminuir los costos de comercialización (por ejemplo costos de traslado, paritarias y secado) provocando un aumento en su margen bruto.

**Palabras Claves:** Encuesta, Problemas en el Almacenamiento, Grano de Soja, Fundamento de Venta, Argentina.

## ABSTRACT

*Silo bag allows farmers to take advantage of price seasonal fluctuations and to obtain a better price than at harvest time (Guida Daza, 2002). Nonetheless, grain storage in silo bags in the field can be risky when farmers are not mindful enough of the bag set up in the field and subsequent care. Thus, grain marketing quality tends to decline throughout time (Mason and Woloshuk, 2010), involving a major cost.*

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias UNMdP. <sup>2</sup> EEA INTA Balcarce, CC 276, (7620) Balcarce, Argentina. e-mail: htaher17@hotmail.com

*In order to meet farmers' needs in silo bag storage, a survey was carried out to identify the problems of soybeans storage in silo bags and to recognize the reasons for sale. The survey was conducted in person and online (22 people were surveyed), and included farmers from different provinces: Buenos Aires, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, La Pampa, Córdoba and Tucumán. Grain elevators and agricultural facilities were surveyed in order to guarantee a broader study of silo bag handling.*

*The main problems the survey showed were breakage (68 %), sealing problems (50%) and excess grain moisture (50%). A smaller group reported problems with the silo bag plastic material (28%).*

*In terms of sales, 73% said they sold because the price was convenient and the remaining 37% sold due to financial issues, in other words they needed money. A small group, 5% of the people, reported that they would sell immediately if there was any risk of grain quality loss.*

*They claimed that the use of silo bags allows them to increase the selling price of grains, guarantees economic security (due to the dollar price of the grain) and lowers marketing costs, such as transportation, workers' committee and drying costs, which increases their gross margin.*

**Keywords:** Survey, Storage Problems, Soybeans, Reasons for Selling, Argentina.

## REFERENCIAS

Guida Daza, C. 2002. "Alternativas económicas para el almacenaje. El uso de silo bolsa de grano seco". Información para Extensión N°76. EEA INTA Marcos Juárez.

Mason, L. J.; Woloshuk, C. P. 2010. "S.L.A.M. Post-Harvest IPM," Purdue University, ID-207, February, 2013.<http://extension.entm.purdue.edu/grainlab/content/pdf/ID-207.pdf>

T2N4

# Aspectos Económicos Relacionados con la Implantación del Sistema de Almacenamiento de Arroz con Cáscara Seco, en Silos Bolsa en la Agroindustria de Nicaragua

## *Economic Aspects Related to the Implementation of Dry Paddy Rice Storage in Silo Bags System in Agribusiness in Nicaragua*

Jaime Gaviria Londoño <sup>1</sup>

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es mostrar los diferentes aspectos de costos y beneficios del sistema de almacenamiento de arroz con cáscara seco, en silos bolsa, en varias instalaciones agroindustriales de Nicaragua, (trópico) a través de la evaluación del comportamiento de mas de 350 silos bolsa que han

<sup>1</sup> GaviAgro SAS, en Bogotá Colombia. Calle 174 45-70 Bogotá DC, Colombia 10010. e-mail: [gerencia@gaviagro.com](mailto:gerencia@gaviagro.com)

sido almacenados y luego procesados por la agroindustria, desde la llegada de los primeros silos bolsa a Nicaragua en diciembre de 2011, hasta finales del 2013. El análisis se realizó sobre una recopilación de información, realizada por el autor, en las plantas de Agricorp, Finca Altamira y Agropecuaria Mansell SA y en especial del molino arrocero de Tipitapa, (Temperatura ambiente diurna 30-32°C) ubicado a 25 km de Mangua, planta equipada para recibir arroz con cáscara húmedo y sucio (de aproximadamente 25% a 27% de humedad y 4 a-7% de impurezas) procedente de cosecha que luego de limpiado y secado es tradicionalmente almacenado en silos metálicos.

Usualmente desde allí se despacha grano seco y limpio a otras plantas, cuando la capacidad de almacenamiento se agota.

Se analizan los registros obtenidos para cada silo bolsa relacionados con el peso, condición de humedad y calidad del grano a la entrada y a la salida del silo bolsa, evolución de la calidad durante el almacenaje, del CO<sub>2</sub> y la temperatura, así como de la incidencia de aves y roedores. El análisis global de esa información permite concluir que se han disminuido los costos de almacenamiento por tonelada, durante el ciclo normal entre cosecha y consumo, de aproximadamente US 27 en el sistema tradicional a US 15. en los silos bolsa. Lo anterior se explica por la disminución de las mermas de peso por variaciones en el contenido de humedad, la importante reducción en el gasto de plaguicidas para el control de insectos, la economía en los transportes de ida y vuelta a plantas externas y otros como la reducción de granos manchados por calor y la ausencia de granos dañados por insectos. El estudio muestra también algunas evidencias de incremento en el porcentaje de granos descascarados y en algunos casos de granos partidos.

La implantación del sistema de silos bolsa ha tenido importantes impactos económicos, administrativos y operacionales en esta planta y su efecto ha sido el que nuevas plantas adopten el sistema, que ahora se utiliza en 8 plantas agroindustriales incluida una finca que cuenta con su propia instalación molinera y hay otros proyectos en desarrollo.

**Palabras claves:** Arroz con cascara seco, Condiciones tropicales, Aspectos económicos Nicaragua

## ABSTRACT

*The purpose of this work is to show different aspects of costs and benefits of dry paddy rice storage system in silo bags of several agribusiness facilities in Nicaragua (tropic) through the assessment of over 350 silo bags which have been stored and processed by agribusiness from December, 2011, when the first silo bags arrived in Nicaragua to the end of 2013. To perform the analysis, the author collected information in several plants: Agricorp, Finca Altamira and Agropecuaria Mansell SA and especially in Tipitapa Rice Mill (daytime room temperature 30-32°C/80-89 °F) located 25km from Managua. This plant was equipped to receive moist and un-cleaned paddy rice (of approximately 25% to 27% humidity and 4 to -7% of impurities) from metallic silos, where it was stored after cleaning and drying. Such dry and clean grain is shipped to other plants when storage capacity is exhausted.*

*In this work, data records related to grain weight, moisture conditions and grain quality are analyzed as grains are bagged in and removed from the silo bags. Quality, CO<sub>2</sub> and temperature evolution during storage is also evaluated, as well as the incidence of birds and rodents. The global overview of this information leads to the conclusion that storage costs per ton have decreased during the time between harvest and consumption, from approximately US\$ 27 in the traditional system to US\$ 15 in silo bags. This can be explained by the decrease in weight loss due to moisture content variations, the significant decrease in pesticide expenses, the reduction of transportation costs to and from external plants and the lowering of stained grains by heat and the absence of damaged grains by insects. The study also shows evidence of an increase in the percentage of peeled and broken grains.*

*The implementation of silo bagging has had important economic, administrative and operational effects on this plant and as a result, new plants have adopted the methodology that is now used in eight agribusiness plants including a farm with its own mills, in addition to other projects under development.*

**Keywords:** Dry Paddy Rice, Tropical Conditions, Economic Aspects, Nicaragua.



TEMA 3

# Atmósferas modificadas y controladas en silo bolsa para el control de insectos

*Modified and controlled atmospheres  
for insects control in silo bags*



# Efectos de la Atmósfera Modificada en Insectos con Especial Referencia a los Silos Bolsa

## *Effects of MA on Insects with Special Reference to Silo Bags*

Navarro, S.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El almacenamiento hermético es un tipo almacenamiento de atmósfera modificada (AM) que aprovecha estructuras lo suficientemente selladas para que los insectos u otros organismos aeróbicos presentes en el producto, o la misma materia prima, generen la atmósfera modificada al reducir la concentración de oxígeno ( $O_2$ ) e incrementar la concentración de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) a través del metabolismo respiratorio. El uso exitoso de los silos bolsa depende de los factores biológicos y físicos que se deberían considerar al aplicar esta tecnología. Los efectos de la AM incluyen las respuestas de los insectos del almacenamiento, la microflora y el producto mismo a las composiciones gaseosas atmosféricas modificadas, la temperatura y h.r. dependiendo del período de tiempo de exposición. Los insectos de almacenamiento son organismos aeróbicos que necesitan oxígeno para sobrevivir. La desecación juega un rol importante en la eliminación de los insectos de productos almacenados expuestos a AM. En consecuencia, para productos secos la presencia de una atmósfera que contenga alto  $CO_2$  o bajo  $O_2$  es suficiente para frenar el desarrollo de insectos. Para alcanzar un buen control, la temperatura debería estar por encima de los  $21^\circ C$  durante la aplicación de la AM. El efecto de la temperatura superior al rango de  $38-42^\circ C$  sobre los efectos de hipoxia e hipercapnia en insectos ha sido demostrada. La mayor causa de deterioro de granos secos son los insectos. Mientras que la mayor causa de deterioro de granos húmedos es la microflora. Por lo tanto, el almacenamiento hermético puede resultar beneficioso para el almacenamiento de granos secos o húmedos. Los aspectos físicos del almacenamiento hermético incluyen la respuesta de la estructura del silo bolsa a la entrada del aire (filtraciones, permeabilidad) y su durabilidad ante las condiciones climáticas. La meta de una entrada de aire máxima equivalente a  $0,05\%$  de  $O_2$  diario, a menudo, supone un gran desafío para la aplicación de la tecnología. Para el almacenamiento de granos secos, este nivel resulta crítico ya que aun en cortos períodos de almacenamiento de 3 a 6 meses, con este caudal de ingreso, se elimina la posibilidad, en el umbral económico, de una población residual de insectos sobrevivientes. El sistema de silo bolsa para almacenamiento temporario de granos secos y oleaginosos se evalúa como una tecnología de manejo de granos rentable. Cada silo bolsa puede almacenar aproximadamente 200 toneladas de trigo y con los equipos de manipulación disponibles, la carga y descarga resulta bastante simple.

**Palabras claves:** Atmósferas modificadas, almacenamiento hermético, silos bolsa, dióxido de carbono, bajo oxígeno, insectos de productos almacenados, desecación, metabolismo respiratorio, Israel.

<sup>1</sup> Green Storage Ltd., Argaman 5, Rishon Letsion, 7570905, Israel. e-mail: snavarro@013.net

## ABSTRACT

*Hermetic storage is a type of modified atmosphere (MA) storage that takes advantage of sufficiently sealed structures that enable insects and other aerobic organisms in the commodity or the commodity itself to generate the modified atmosphere by reducing oxygen (O<sub>2</sub>) and increasing carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentrations through respiratory metabolism. The successful use of silo bags depends on biological and physical factors that should be considered in the application of the technology. The effects of MA includes responses of storage insects, microflora and the commodity itself to altered atmospheric gas compositions, temperature and r.h. in dependence of exposure period of time. Storage insects are aerobic organisms requiring oxygen for their survival. Desiccation plays a large role in the mortality of stored-product insects exposed to some MAs. Therefore, for dry commodities presence of some CO<sub>2</sub> or low O<sub>2</sub> atmosphere is sufficient to arrest development of insects. To obtain good control, the temperature should be above 21°C during the application of MA. The influence of temperature over the range of 38–42°C on the effects of hypoxia and hypercarbia on insects was demonstrated. The main cause of deterioration of dry grain is insects. While the main cause of deterioration of moist grain is microflora. Therefore, hermetic storage may be addressed to dry grain or moist grain storage. The physical aspects of hermetic storage include the response of the silo bag structure to air ingress rate and its durability to weather conditions. The target maximum air ingress rate equivalent to 0.05%O<sub>2</sub>/day, very often poses a serious challenge in the application of the technology. For dry grain storage, this level is critical since even at short storage periods of 3 to 6 months at this ingress rate, the possibility of a residual surviving insect population is eliminated at an economical threshold. The silo bag system for temporary storage of dry grain and oilseeds is evaluated as a cost efficient grain handling technology. Each silo bag can hold approximately 200 tonnes of wheat and with the available handling equipment is quite simple to load and unload.*

**Keywords:** Modified atmospheres, Hermetic storage, Silo bags, Carbon dioxide, Low oxygen, Stored-product insects, Desiccation, Respiratory metabolism, Israel.

## CONFERENCIA 6

# El Ecosistema del Granel y el Control de Plagas en Silos Bolsa

## Grain Bulk Ecosystem and Pest Control in Silo Bags

Domingo Yanucci<sup>1</sup>

## RESUMEN

Dentro del ecosistema de post-cosecha los insectos son una variable de gran importancia. Ellos son capaces de atacar tanto a campo como en depósitos y causar severos daños si no se eliminan oportunamente.

Para conocer mejor estos potenciales enemigos de nuestra conservación abordaremos los siguientes tópicos: a) Cuales son las plagas potencialmente más peligrosas; b) ¿Cómo es el ciclo de vida de los insectos?; c) ¿Qué entendemos por infestación oculta?; d) ¿Cómo se mueven las plagas en el granel?; e) ¿Cómo la atmosfera afecta las plagas?

<sup>1</sup> Consulgran – Granos – Grãos Brasil. América 4656 Villa Ballester (1653) Buenos Aires Argentina. e-mail: graosbr@gmail.com



En caso de tener que realizar un control sanitario, podemos definir 3 tipos de tratamientos:

1) Los de instalación (sirven para romper el ciclo de sucesivas infestaciones) (no aplicable en el caso de silo bolsa); 2) Tratamientos preventivos con gorgojicidas residuales sobre los granos. Estos insecticidas pueden controlar una pequeña infestación y prevenir futuras infestaciones, así como eliminar adultos que puedan salir de dentro del grano; 3) Tratamiento con fumigantes: Estos productos que liberan fosfina necesitan de la hermeticidad que ofrece el silo bolsa, pueden eliminar todo tipo de infestación oculta y no dejan residuos peligrosos, por lo tanto tampoco da protección posterior.

Por lo tanto el tratamiento 1 siempre debe ser realizado en instalaciones fijas y podemos optar por el 2 para los cereales en condiciones (secos) o por el tratamiento 3, de cualquier forma desde el punto de vista sanitario los conceptos claves son el monitoreo y/o muestreo. Esto nos permite tener un conocimiento de factores como insectos, hongos, temperatura, humedad, etc.

Como no podemos tener plena seguridad de mantener la hermeticidad absoluta del silo bolsa, es recomendable, sobre todo para almacenajes más prolongados (2 o más meses), realizar tratamientos sanitarios preventivo sobre cereales.

En todos los casos el muestreo y monitoreo es la herramienta básica para saber dónde estamos parados desde el punto de vista biológico, cómo se están comportando las variables y cómo debemos actuar en consecuencia.

**Palabras claves:** Insectos, Silo bolsa, Control, Tratamiento, Argentina.

## ABSTRACT

*In the post-harvest ecosystem, insects are a variable of great importance. They are capable of attacking grains in the fields or in warehouses causing serious damage if they are not eliminated appropriately.*

*In order to be better informed about these prospective enemies of our storage system we will discuss the following topics: i) What are the most dangerous prospective pests?; ii) What is the insect life cycle like?; iii) What is hidden insect infestation?; iv) How do pests move inside the grain bulk?; v) How does the atmosphere affect pests?*

*In the case that pest control is required, three types of treatments can be defined:*

*1) Facility treatment (used to break the cycle of successive infestations) (non-applicable in the case of silo bags); 2) Preventive treatments with residual insecticides for weevil control on the grains. These insecticides can control small infestations and prevent future infestations as well as eliminating adults coming from inside the grain; 3) Fumigant treatments: these products which release phosphine need the silo bag air-tightness and they can controll all types of hidden infestations without dangerous residues, thus, not proving subsequent protection either.*

*Therefore, treatment 1 should be used at fixed facilities and treatment 2 or 3 for dry cereal grains. In any case, from the sanitation point of view, the key concepts are monitoring and/or sampling. This allows us to have a better knowledge of factors such as insects, fungi, temperature, moisture, etc.*

*Since the maintenance of total air-tightness of the silo bag cannot be granted, it is advisable to perform preventive treatments on cereal grains, especially for longer storage periods (2 months or more).*

*In all cases, sampling and monitoring are the basic tools to let us know where we stand from the biological point of view, how variables are behaving and as a consequence, the course of action to be followed.*

**Keywords:** Insects, Silo Bags, Control, Treatment, Argentina.

## REFERENCIAS

Rodríguez, J. C., Bartosik, R. E., Malinarich H.D., Exilart, J.P. y Nolasco, M.E. INTA Balcarce - *Almacenaje de granos en bolsas plásticas.*

# Disipación de Pirimifós-metil y Diclorvós Aplicados durante el Almacenamiento de Granos de Maíz (*Zea mais* L.)

## *Dissipation of Pirimiphosmethyl and Dichlorvos Applied during Corn Grain Storage (Zea mais L.)*

Strada Julieta<sup>1</sup>, Ricca Alejandra<sup>2</sup>, Rojas Dante<sup>2</sup>, Nassetta Mirtha<sup>3</sup>, Bruno Cecilia<sup>4</sup>, Balzarini Mónica<sup>4</sup>, Conles Martha<sup>5</sup>, Cristos Diego<sup>2</sup> y Martinez María José<sup>6</sup>.

### RESUMEN

El control de los insectos plaga que atacan a los granos almacenados es imprescindible por los daños directos que causan a los productos de consumo y porque los estándares de comercialización argentinos prohíben la venta de mercaderías con insectos vivos. Sin embargo las aplicaciones de plaguicidas deben realizarse de manera que no se generen residuos en los granos por encima de los límites permitidos. El Límite Máximo de Residuos (LMR) es la máxima concentración de residuos de un plaguicida, permitida legalmente en productos destinados a la alimentación y tiene por finalidad lograr que los alimentos sean toxicológicamente aceptables. Los objetivos del presente trabajo fueron analizar la dinámica de disipación de los insecticidas pirimifós-metil y diclorvós aplicados durante el almacenamiento de granos de maíz considerando las recomendaciones de uso para la República Argentina y comparar los niveles finales de residuos obtenidos con los LMR establecidos por las legislaciones nacionales e internacionales. Los ensayos experimentales fueron realizados en la EEA INTA Manfredi, provincia de Córdoba en el 2010 por un período de 120 días. Se colocaron 13 kg de granos de maíz en tarros plásticos y se les aplicó una cantidad de insecticida equivalente a una dosis de 10 cc/t de granos de pirimifós-metil y de 20 cc/t de granos para diclorvós. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento y testigos sin la aplicación de plaguicidas. Las muestras se tomaron a los 2, 30, 60, 90 y 120 días desde la aplicación. Para la extracción de los plaguicidas del tejido vegetal se utilizó la técnica de QuEChERS y la determinación de residuos se realizó mediante cromatografía gaseosa de alta resolución con detector de masa. Los residuos de los plaguicidas se expresan en microgramos de plaguicida por gramo de granos ( $\mu\text{g/g}$ ). Los porcentajes de desaparición de residuos y las tasas de disipación diarias fueron diferentes en los dos principios activos. Los residuos de pirimifós-metil a las 48 horas de la aplicación, período de carencia recomendado, fueron de  $5,1 \pm 0,42 \mu\text{g/g}$ , encontrándose por debajo de los LMR establecidos por SENASA ( $10 \mu\text{g/g}$ ), los EUA ( $8 \mu\text{g/g}$ ) y Codex Alimentarius ( $7 \mu\text{g/g}$ ) y superando el LMR de la UE ( $5 \mu\text{g/g}$ ). Para diclorvós los residuos a los 30 días, que es el período de carencia, alcanzaron valores de  $2,97 \pm 0,27 \mu\text{g/g}$ , los cuáles se encontraron por debajo de los LMR de SENASA y Codex Alimentarius ( $5 \mu\text{g/g}$ ) pero superaron el LMR para la UE ( $0,01 \mu\text{g/g}$ ), requiriendo una espera de 90 días para alcanzar valores adecuados.

**Palabras claves:** Insecticidas, granos, curvas de disipación, Límite Máximo de Residuos, Argentina.

### ABSTRACT

*The control of insect pests that attack stored grains is essential because of the direct damages caused to consumer goods and because Argentine marketing standards ban the sale of products that are not free from*

<sup>1</sup> CONICET-INTA Manfredi- Ruta Nacional N° 9 Km 636- Cp 5988. Manfredi, Córdoba. Arg. <sup>2</sup> Laboratorio de Contaminantes Químicos ITA-CNIA. Castelar, Buenos Aires. <sup>3</sup> ISEAUNC. <sup>4</sup> CONICET- Cátedra de Estadística y Biometría- FCA-UNC. <sup>5</sup> Cátedra de Terapéutica Vegetal- FCA-UNC.

<sup>6</sup> Laboratorio de Calidad de Granos- INTA Manfredi. e-mail: julieta.strada@gmail.com

live insects. Nevertheless, the use of pesticides should not generate residue on grains above the permitted levels. Maximum Residue Limit (MRL) is the maximum residue concentration of a pesticide legally tolerated in consumption goods and its main objective is to control the production of toxicologically acceptable food. The purpose of this work was to analyze the dynamics of Pirimiphosmethyl and Dichlorvos dissipation of pesticides applied during corn grain storage. For this study, use recommendations for Argentina were considered. It also intended to compare the final residue levels obtained with the MRL established by national and international laws. Experimental trials were performed at EEA INTA Manfredi, Cordoba Province in 2010 for 120 days. Thirteen kilograms of corn grains were placed in plastic containers and an amount of pesticide equivalent to a dose of 10 cc/t grains of Pirimiphosmethyl and of 20 cc/t grains for Dichlorvos was applied. Three replicates and a control trial without pesticide were considered per treatment. Samples were taken 2, 30, 60, 90 and 120 days after application. QuEChERS method was used for the extraction of pesticides from the plant tissue and high-resolution gas chromatography with mass detector was used for residue determination. Pesticide residues are shown in pesticide micrograms per grain gram ( $\mu\text{g/g}$ ). The percentages of residue disappearance and daily dissipation rates were different in the two active ingredients. Pirimiphosmethyl residue after 48 hours, recommended waiting period, was  $5.1 \pm 0.42 \mu\text{g/g}$ , below the MRL established by SENASA ( $10 \mu\text{g/g}$ ), the US ( $8 \mu\text{g/g}$ ) and Codex Alimentarius ( $7 \mu\text{g/g}$ ) and above the MRL established by the UE ( $5 \mu\text{g/g}$ ). Dichlorvos residue reached  $2.97 \pm 0.27 \mu\text{g/g}$  after the 30-day waiting period. These values are below the MRL established by SENASA and Codex Alimentarius ( $5 \mu\text{g/g}$ ) but above the MRL established by the UE ( $0,01 \mu\text{g/g}$ ). A 90-day waiting period is required to reach the adequate values.

**Keywords:** Pesticides, grains, dissipation curves, Maximum Residue Limit, Argentina.

T3N2

# Aplicación de Fumigantes en Granos de Girasol Almacenados en Bolsas Plásticas Herméticas

## *Fumigant Application on Sunflower Grains Stored in Sealed Plastic Bags*

Carpaneto, B.<sup>1</sup>; Cardoso, L.<sup>2</sup>; Bartosik, R.<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

El volumen de granos almacenados en Argentina aumentó considerablemente en los últimos años. Parte de ese grano (entre 35 y 40 millones de t/año), se almacena en bolsas plásticas herméticas, ó silo bolsa, en el caso de girasol para la campaña 2010/11, esto representaría 1,9 millones de toneladas almacenadas en silo bolsa (SIIA, 2012).

El manejo y control de plagas que atacan granos almacenados implica aspectos agronómicos, logísticos, económicos, ambientales y sociales (Lorini; Filho 2006). La tolerancia a residuos de plaguicidas presentes en el grano de girasol y los subproductos es cada vez más sensible, por lo cual las restricciones en la aplicación de insecticidas son cada vez mayores (Adam *et al.*, 2010). En un futuro cercano no solo se con-

<sup>1</sup>UIB INTA – FCA; <sup>2</sup>INTARuta Nacional 226 Km. 73,5, Balcarce (Buenos Aires), Argentina. \* e-mail: bartosik.ricardo@inta.gob.ar

siderará la efectividad de una tecnología (métodos químicos o físicos) para el control de plagas en granos almacenados, sino también su inocuidad sobre la salud y el ambiente.

En este trabajo se propuso: 1) evaluar la hermeticidad de las bolsas plásticas utilizadas para los tratamientos de insecticidas gaseosos, utilizando el test de caída de presión; 2) medir la concentración en el tiempo de los insecticidas gaseosos: Fosfina ( $\text{PH}_3$ ) y Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) utilizando medidor portátil de gases y tubos colorimétricos.

Se utilizaron 2 bolsas de 60 toneladas, aproximadamente (1 silo bolsa para la aplicación de  $\text{CO}_2$  y uno para  $\text{PH}_3$ ).

La hermeticidad de los silo bolsas se determinó empleando un test de caída de presión constante propuesto por Cardoso *et al.* (2012), utilizando el tiempo que demoró el cada silo bolsa en recuperarse de -1200 Pa (presión objetivo generada) a -600 Pa.

Se aplicaron 4 pastillas/t de  $\text{PH}_3$  dosificadas través de un tubo de PVC que se insertaba directamente en las bolsas cada 5 m de distancia,. Mediante la inserción de tubos colorimétricos en los sectores más lejanos a los puntos de aplicación se determinó el logro de la concentración objetivo (200 ppm durante 5 días). Complementariamente se colocaron bioensayos conteniendo insectos adultos contados (10 individuos de cada especie: *Rhizopertha dominica*, *Tribolium castaneum* y *Cryptolestes ferrugineus*).

El tratamiento de control con  $\text{CO}_2$  consistió en inyectar el gas fumigante hasta lograr una concentración mínima de 90% para luego medir la evolución de la concentración en diferentes puntos del silo bolsa (Analizador de gases Check Point, Dinamarca), de forma similar a lo realizado por Milanesio (2010). La condición para asegurarse control total de todos los estadios de insectos corresponde a una relación ct - producto de 12600%/hora (Navarro y Donahaye, 2005).

Los resultados indican que es posible obtener un nivel de hermeticidad suficiente como para realizar fumigaciones con insecticidas gaseosos. El test de caída de presión, demostró ser una herramienta muy útil como indicador del estado de hermeticidad de la bolsa, previo a la realización de una fumigación. En el caso de fosfina, se logró un control de adultos de las especies evaluadas con la concentración tiempo-producto (ct – producto) objetivo de 200 ppm de  $\text{PH}_3$  durante 5 días. Se observó que para el tratamiento con  $\text{CO}_2$  se logró la relación ct – producto de 12600 %h, indicando la factibilidad de control total de todos los estadios de los insectos (concentración de  $\text{CO}_2$  entre 60 y 90%).

**Palabras claves:** silo bolsa, hermeticidad, fosfina, dióxido de carbono.

## ABSTRACT

*The amount of stored grains in Argentina has risen considerably in recent years. A proportion of those grains (35 to 40 million tons/year) is stored in air-tight plastic bags or silo bags. For the 2010-11 campaign, 1.9 million tons of sunflower seeds were stored in silo bags (SIIA, 2012).*

*The management and control of stored grain pests involve agronomic, logistic, economic, environmental and social aspects (Lorini; Filho 2006). The tolerance to pesticide residues on sunflower grains and by-products has decreased, and for this reason there are more restrictions on the use of insecticides (Adam et al., 2010). In the near future, not only the effectiveness of a for pest control method (chemical or physical methods) for stored grains but also its health and environmental implications will be considered.*

The purpose of this work is i) to evaluate the air-tightness level of the plastic bags used for gaseous pesticides treatments, with a pressure decay test; ii) to measure gaseous pesticide concentration through time: Phosphine ( $PH_3$ ) and Carbon Dioxide ( $CO_2$ ) using a portable gas meter and colorimetric tubes.

Two bags of approximately 60 tons each were used (one silo bag for  $CO_2$  application and other for  $PH_3$ ).

Silo bags air-tightness was determined by a constant pressure decay test proposed by Cardoso et al. (2012) (using negative pressure from -1200 Pa to -600Pa).

Four  $PH_3$  tablets/t were applied through a PVC pipe inserted in each bag every 5 m each. Colorimetric tubes were inserted in the furthest locations from application points; the objective was to achieve 200ppm during 5 days. Bioassays containing adult insects were added (10 individuals of each species: *Rhizopertha dominica*, *Tribolium castaneum* y *Cryptolestes ferrugineus*).

Treatment with  $CO_2$  consisted in injecting fumigant gas until a 90% minimum concentration was achieved in all measuring points. Then, the concentration evolution over time was measured at different points of the silo bag (Check Point gas analyzer, Denmark), similarly to the procedure followed by Milanesio (2010). The condition to ensure total control over all the insect stages corresponds to a ct-product relation of 12600%/hour (Navarro and Donahaye, 2005), which was largely achieved in this study.

Results show it is possible to obtain an appropriated air-tightness level to conduct gaseous pesticide fumigation. The pressure decay test proved to be a useful tool to indicate the bag air-tightness in advance to perform the fumigation. In the case of phosphine, complete control over the adults of the evaluated species was achieved with 200 ppm of  $PH_3$ , during 5 days. For the treatment with  $CO_2$ , a ct-product relation of 12600 %h was largely overpassed, which showed the feasibility of total control over all the insect stages ( $CO_2$  concentration between 60 and 90%).

**Keywords:** Silo bag, Air-tightness, Phosphine, Carbon dioxide.

## REFERENCIAS

Adam, B.; Siaplay, M.; Flinn, P.; Brorsen, B.; Phillips, T. 2010. Factors influencing economic profitability of sampling – based integrated pest management of wheat in country elevators. *J. Stored Prod Res* 46: 186 – 196.

Cardoso, L.; Bartosik, R.; Campabadal, C.; De La Torre, D. 2012. Air-Tightness level in hermetic plastic bags (silo – bags) for different storage conditions. (Eds) Navarro, S; Banks HJ; Jayas, DS; Bell CH; Noyes RT; Ferizli, AG; Emerkci, M; Iskber, AA; Alagusundaram, K. In: Proceedings of the 9 th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 15 al 19 de Octubre, Antalya, Turquía. pp. 583-589.

Lorini, I; Ferreira Filho, A. 2006. Integrated pest management strategies used in stored grain in Brazil to manage pesticide resistance. In: Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection. Lorini, I., Bacaltchuk, B., Beckel, H., Deckers, D., Sundfeld, E., dos Santos, P.J., Biagi, J. D., Celaro, J. C., Dà Faroni, L. R., de Bortolini, L. O., Sartori, M. R., Elias, M. C., Guedes, R. N., da Fonseca, R. G. and Scussel, V. M. (Eds.). São Paulo, Brazil. pp 293 – 300.

Milanesio, D. 2010. Inyección de dióxido de carbono para el control de insectos en bolsas plásticas herméticas. Tesis presentada para optar por el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Cs Agrarias, UNMdP. Balcarce, Argentina. 52 p.

Navarro, S.; Donahaye, J. 2005. Innovative Environmentally Friendly Technologies to Maintain Quality of Durable Agricultural Produce. In: Shimshon Ben – Yehoshua (Eds.) pp. 203 – 260.

SIIA. [en línea]: <http://www.siiia.gov.ar>. [consulta diciembre 2012].



TEMA 4

# Hongos y toxinas en silo bolsas, características y prevención

*Fungi and mycotoxins in silo bags:  
characteristics and prevention*





# Micotoxinas y Silo Bolsa

## *Mycotoxins and Silo Bags*

Ana Pacin<sup>1</sup>; Silvia Resnik<sup>2,3</sup>

### RESUMEN

Las micotoxinas son contaminantes naturales de una gran variedad de materias primas y alimentos destinados a consumo humano y animal. Son compuestos químicos, que se encuentran en los alimentos como consecuencia de la colonización de hongos toxicogénicos, y que cuando las condiciones del medio ambiente son favorables, son capaces de producir metabolitos secundarios denominados micotoxinas. Por lo tanto la presencia de micotoxinas depende de tres factores: hongo-matriz-medio ambiente. Los principales géneros de hongos productores son *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Myrothecium*, *Claviceps*. Cereales, oleaginosas, granos de café, frutas, arroz, mandioca, soja, legumbres; alimentos elaborados como vino, cerveza, quesos, embutidos y alimentos balanceados destinados a alimentación animal son susceptibles de hallarse contaminados. Las diversas matrices presentan distintos comportamientos, por ejemplo las aflatoxinas, en estudios llevados a cabo a la misma temperatura y actividad de agua ( $a_w$ ) presenta una mayor acumulación en maíz con respecto a las otras matrices. El medio ambiente es el tercer factor a considerar, y de enorme importancia ya que, la humedad relativa o la  $a_w$ , la concentración de oxígeno y dióxido de carbono durante el almacenamiento, el pH, la temperatura del grano, la radiación solar, la presencia de otros hongos, insectos y levaduras afectan no sólo la presencia de hongos sino la producción de micotoxinas. Es interesante destacar que para cada especie fúngica existen condiciones ambientales que le permiten su crecimiento y producción de toxina. El *A. ochraceus*, crece y produce ocratoxina A, a temperaturas que oscilan entre 12°C - 37°C; en tanto el *P. viridicatum*, necesita temperaturas entre 4°C y 31°C. El silo bolsa, es un método de almacenamiento de granos, que presenta un ecosistema particular y el contenido de micotoxinas depende por una parte del manejo que se lleve a cabo en este ecosistema, del híbrido de los granos almacenados y de las condiciones meteorológicas durante el período de almacenamiento. Nuestra experiencia indica que sobre 23 muestras de silo bolsa analizadas en el año 2003, 8.7% presentaban DON; 8.7% ZEA, 17.4% OCRA y 13.0% Fumonisinias B1 B2<sup>(1)</sup>. Con respecto a maíz, los niveles de fumonisinias se incrementan con el almacenamiento aún con buenas prácticas de manejo, así como de las condiciones externas de la región dónde se encuentra el silo; no se observa cambios en la CFU de los hongos entre las muestras al comienzo o al fin del almacenamiento, pero afectan el contenido de fumonisinias<sup>(2)</sup>.

### ABSTRACT

*Mycotoxins are natural contaminants of a great variety of raw materials and food for human and animal consumption. These chemical compounds are found in food due to toxicogenic fungi colonization and are capable of producing secondary metabolites -called mycotoxins- in favorable environmental conditions. Therefore, three factors are vital for mycotoxins: fungus, matrix and environment. The main types of producing fungi are Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Alternaria, Myrothecium, Claviceps. Cereals, oilseeds, coffee beans, fruit, rice, cassava, soybeans, legumes; processed food such as wine, beer, cheese, sausage products and balanced food for animal feed are all prone to contamination. Different matrices show distinct behavior, for example aflatoxins, in studies performed at the same temperature and water activity*

<sup>1</sup> Fundación de Investigaciones Científicas Teresa Benedicta de la Cruz. <sup>2</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). <sup>3</sup> Departamentos de Orgánica e Industrias, FCEyN, UBA. Martín Dorrnzoro 141, Luján, Buenos Aires CP: 6700, Argentina.  
e-mail: apacin@gmail.com, sresnik2000@yahoo.com.ar

( $a_w$ ) show an increased accumulation in corn compared to other matrices. The third factor to be considered is the environment, which plays an utmost important role since the relative humidity or the  $a_w$ , oxygen and carbon dioxide concentration during storage, pH, grain temperature, solar radiation, other fungi, insects, and yeasts affect not only fungi but also mycotoxins production. It is also worth noting that for each fungal species there are environmental conditions which allow it to grow and produce toxins. *A. ochraceus* grows and produces ochratoxin A at 12°C - 37°C; while *P. viridicatum* needs temperatures between 4°C and 31°C. Silo bags are a grain storage method that creates a peculiar ecosystem, and mycotoxin contents depend on the hybrid, storage conditions and weather during storage. According to our experience, out of 23 silo bag samples analyzed in 2003, 8.7% showed DON; 8.7% ZEA, 17.4% OCRA and 13.0% Fumonisin B1 B2<sup>(1)</sup>. Regarding corn, fumonisin levels increased during storage even with good handling practices as well as the external conditions of the area where the silo is located; no fungal CFU changes are observed in the samples at the beginning or end of storage, but fumonisin contents are affected<sup>(2)</sup>.

## REFERENCIAS

Ana M. Pacin, Emilia Ciancio Bovier, Héctor H. L. González, Elena M. Whitechurch, Elena J. Martínez, and Silvia L. Resnik 2009. Fungal and Fumonisin Contamination in Argentine Maize (*Zea mays* L.) Silo Bags J. Agric. Food Chem., 57 (7), 2778-2781.

Ana Pacin ¿Existe un diagnóstico sobre micotoxinas en soja en Argentina? workshop calidad de la producción y granos con valor agregado. Mercosoja 2006, Rosario – Santa fe <http://www.acsoja.org.ar/listado.asp?tid=7&p=19&bid=0>

T4N1

# Influencia del Ambiente Hermético sobre el Crecimiento y Esporulación de Poblaciones Fúngicas Micotoxigénicas Asociadas a Granos de Maíz Almacenados en Silo Bolsa

## *Air-Tight Environmental Impact on the Growth and Sporulation of Mycotoxigenic Fungal Populations Associated with Corn Grains Stored in Silo Bags in Buenos Aires Province, Argentina*

Castellari, C.C.<sup>1</sup>, Marcos Valle, F.J.<sup>1</sup>, Mansilla, M.O.<sup>1</sup>, Pacin, A.M.<sup>2</sup>

## RESUMEN

En Argentina, el almacenamiento de granos en bolsas plásticas herméticas se convirtió en una herramienta importante para la agricultura por ser un sistema sencillo y de bajo costo. Sin embargo, se requiere del monitoreo frecuente con el fin de detectar precozmente el deterioro de los granos por la microbiota

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, Unidad Integrada Balcarce, Ruta 226 km 73,5 (B7620) Balcarce. <sup>2</sup>Fundación de Investigaciones Científicas Teresa Benedicta de la Cruz, M. Dorronzoro 141, Luján (B6700FTA), Argentina. e-mail: castellari.claudia@inta.gov.ar, ccastellari@balcarce.inta.gov.ar

asociada, en especial de poblaciones micotoxigénicas como las de *Fusarium* spp. y *Aspergillus* spp. aisladas de maíces provenientes de silo bolsas de la provincia de Buenos Aires. Si bien se conoce que el almacenamiento en condiciones herméticas genera un cambio en la composición de gases (incremento del CO<sub>2</sub>), ocasionado por la respiración de los componentes bióticos del granel, no se cuenta con información que permita comprender el comportamiento de las poblaciones fúngicas frente a dichos cambios y diseñar estrategias de control al inicio del almacenamiento de manera de conservar la calidad de los granos. El objetivo del trabajo fue estudiar, *in vitro*, el crecimiento y esporulación de cepas de *F. verticillioides* y *A. flavus* aisladas de granos de maíz almacenados durante cinco meses, en bolsas plásticas ubicadas en el sudeste bonaerense, Argentina. Los aislamientos fueron identificados con claves de taxonomía clásica y posteriormente evaluados, *in vitro*, sin restricción de O<sub>2</sub> en medio agarizado con glucosa (2%), considerando dos niveles de pH (5,6 y 6,5) y cuatro ambientes herméticos con distintas concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> (0-21%, 15-5%, 25-5% y 25-1%, respectivamente). La incubación se realizó a 25°C y se determinó el diámetro de colonias (mm) y el número de conidios por cm<sup>2</sup> de la colonia, a los 7 días. El análisis de los datos se realizó empleando el programa R (versión 2.15.1). Los tamaños de las colonias desarrolladas en ambientes herméticos, independientemente de la composición de gases y el pH del sustrato, fueron significativamente inferiores ( $p < 0,0001$ ) a los registrados para aquellas que crecieron sin restricción de O<sub>2</sub>. En el caso de *A. flavus* el diámetro promedio de las colonias desarrolladas en ambientes herméticos, con una composición inicial de 21% O<sub>2</sub> y 0,03% de CO<sub>2</sub> se redujo en un 52 y 46% en sustratos con pH 5,6 y 6,5 respectivamente, respecto de aquellos registrados sin restricción de O<sub>2</sub>. Para *F. verticillioides*, la reducción del diámetro de las colonias desarrolladas en el ambiente hermético con una concentración inicial de O<sub>2</sub> de 21%, respecto de colonias desarrolladas sin limitante de O<sub>2</sub> fue de 27 y 48% para sustratos con pH 5,6 y 6,5 respectivamente. La esporulación de ambas especies fue reducida significativamente ( $p < 0,0001$ ) por el ambiente hermético, independientemente del pH del sustrato. Conclusiones: la reducción del O<sub>2</sub> a niveles inferiores al 1% al inicio del almacenamiento, puede constituir una práctica recomendable en el marco de las estrategias de control de poblaciones fúngicas micotoxigénicas para mantener la calidad de los granos.

**Palabras claves:** silo bolsa; maíz; microbiota micotoxigenica; factores extrínsecos.

### ABSTRACT

*Grain storage in air-tight plastic bags has become an important farming tool in Argentina because it is a simple and low cost method of storage. Nonetheless, frequent monitoring is required in order to early detect the grains damaged by the mycobiota associated, especially, mycotoxigenic populations such as Fusarium spp. and Aspergillus spp. isolated from corn in silo bags in Buenos Aires Province. While it is known the fact that air-tight storage generates changes in gases composition (CO<sub>2</sub> increase), caused by the respiration of the bulk biotic components, there is no available information to explain fungal population behavior in the face of such changes so as to design control strategies at the beginning of storage in order to maintain grain quality. The purpose of this work was to study, in vitro, the growth and sporulation of F. verticillioides and A. flavus strains isolated from corn grains stored for five months in plastic bags located in the southeast of Buenos Aires Province, Argentina. Isolations were identified with classical taxonomic keys and later evaluated, in vitro, with no O<sub>2</sub> restraint in agar media with glucose (2%), considering two pH levels (5.6 and 6.5) and four air-tight environments with different CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations (0-21%, 15-5%, 25-5% and 25-1%, respectively). Incubation was performed at 25°C and the colonies diameter (mm) and the number of conidia per cm<sup>2</sup> in the colony were determined after seven days. The data analysis was conducted using the R software (version 2.15.1). The sizes of the colonies in air-tight environments, regardless of gas composition and substrate pH, were significantly smaller ( $p < 0.0001$ ) than those recorded for colonies growing with no O<sub>2</sub> restriction. Regarding A. flavus, the average diameter of the colonies in air-tight environments, with a 21% O<sub>2</sub> and a 0.03% CO<sub>2</sub> as initial composition, was reduced to 52 and 46% in substrates with pH 5.6 and 6.5 respectively, compared to those recorded for no O<sub>2</sub> restriction. In the case of F. verticillioides, the diameter reduction of the colonies grown in air-tight environments with an initial 21% O<sub>2</sub> concentration, compared to colonies developed with no O<sub>2</sub> restriction, was 27 and 48% for substrates with 5.6 and 6.5 pH respectively.*

Sporulation of both species was significantly reduced ( $p < 0.0001$ ) by air-tight environment, regardless of the substrate pH. In conclusion,  $O_2$  reduction to levels lower than 1% at the beginning of storage can be a highly recommended practice as control strategies of mycotoxigenic fungal population control to maintain grain quality.

**Keywords:** silo bag; corn grains; mycotoxigenic mycobiota; extrinsic factors.

T4N2

# Comportamiento de Cepas de *Penicillium Funiculosum* Thom Asociadas a Granos de Maíz Almacenados en Bolsas Plásticas en la Provincia de Buenos Aires, Argentina

## Behavior of Strains of *Penicillium funiculosum* Thom Associated with Corn Grains Stored in Plastic Bags in Buenos Aires Province, Argentina

Castellari CC<sup>1</sup>, Marcos Valle FJ<sup>1</sup>, Mansilla MO<sup>1</sup>, Pacin AM<sup>2</sup>

### RESUMEN

*Penicillium funiculosum* es una especie asociada a maíz y coloniza los granos durante el almacenamiento junto a otras especies como *Aspergillus flavus* y *Fusarium verticillioides*. En la zona sudeste de la provincia de Buenos Aires, *P. funiculosum* fue la especie predominante del género, identificada en maíces almacenados en bolsas herméticas ubicadas en diferentes distritos, en tres tiempos de monitoreo durante cinco meses. El 70% de las muestras analizadas resultaron positivas para cepas de la especie de referencia y con altos recuentos (104 UFC (g)-1). Las bolsas plásticas para el almacenamiento de granos constituyen una herramienta sencilla y de bajo costo, y su adopción se incrementó en Argentina y otros países del mundo. Sin embargo, la información sobre la dinámica de las poblaciones fúngicas que colonizan los granos y pueden causar su deterioro en ambientes herméticos, es escasa. El objetivo del trabajo fue determinar, *in vitro*, la tasa de crecimiento y esporulación de cepas de *P. funiculosum* aisladas de granos de maíz almacenados en bolsas plásticas ubicadas en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, para identificar los principales factores que pudieran limitar su desarrollo durante el almacenamiento. Las cepas se aislaron de granos recolectados en distintos momentos del almacenamiento e identificaron con claves de taxonomía clásica. Posteriormente fueron evaluadas sin restricción de  $O_2$  en medio agarizado con glucosa (2%), considerando el pH (5,6 y 6,5) y la composición de gases  $CO_2-O_2$ : 0-21%, 15-5%, 25-5% y 25-1%, respectivamente. La incubación se realizó a 25°C y se determinó el diámetro de colonias (mm) y el número de conidios por  $cm^2$  de la colonia, a los 7 días. El análisis de los datos se realizó empleando el programa

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, Unidad Integrada Balcarce, Ruta 226 km 73,5 (B7620) Balcarce. <sup>2</sup>Fundación de Investigaciones Científicas Teresa Benedicta de la Cruz, M. Dorronzoro 141, Luján (B6700FTA), Argentina. e-mail: castellari.claudia@inta.gov.ar, ccastellari@balcarce.inta.gov.ar

R (versión 2.15.1). No se detectó efecto significativo del factor pH ( $p=0,1478$ ) ni de la cepa ( $p=0,9025$ ) en el diámetro de las colonias, a los 7 días sin limitación de  $O_2$ . Al analizar las variables pH y composición de gases del ambiente hermético de crecimiento, no se detectó efecto de interacción pH\*mezcla ( $p=0,9461$ ), ni efecto puro del factor pH ( $p=0,4247$ ), pero sí se detectó efecto del factor mezcla de gases ( $p<0,001$ ). La mezcla de gases 25-1% influyó negativamente en el tamaño de las colonias, registrándose significativamente ( $p<0,001$ ) los menores diámetros. Contrariamente, la mezcla de gases 0-21% favoreció el desarrollo de las colonias, determinando para este ambiente, significativamente ( $p<0,001$ ) los mayores diámetros. Con referencia a la esporulación, no se detectó efecto significativo de la interacción pH\*mezcla de gases ( $p=0,9572$ ), ni efecto del pH ( $p=0,5742$ ), pero sí de la composición de gases ( $p<0,001$ ) en el recuento de conidios. Las cepas que desarrollaron en el ambiente con 1% de  $O_2$ , independientemente de la concentración de  $CO_2$ , redujeron significativamente ( $p<0,001$ ) su esporulación. Conclusión: la acidificación del sustrato, que ocurre hacia el final del almacenamiento no afecta el tamaño de las colonias ni la esporulación. La tasa de crecimiento y la producción de conidios es reducida significativamente cuando el contenido de  $O_2$  del ambiente es igual o menor a 1%. Prácticas tendientes a reducir rápidamente el nivel de  $O_2$  limitarán el desarrollo de la micobiota alteradora que coloniza los granos durante el almacenamiento en silo bolsa.

**Palabras claves:** silo bolsa; maíz; *Penicillium*; factores extrínsecos e intrínsecos.

### ABSTRACT

*Penicillium funiculosum* is a species associated with corn and it colonizes grains in storage together with other species such as *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticillioides*. In the southeastern area of Buenos Aires province, *P. funiculosum* was the predominant species of the genus, identified in corn stored in air-tight bags located in different districts at three monitoring times for five months. The sample analysis showed 70% of the samples were positive for strains of the reference species at high counts (104 UFC (g)-1). As plastic bags for grain storage represent a simple and low cost tool, its use was increased in Argentina and in other countries over the world. Nonetheless, information on the dynamics of fungal populations colonizing grains and causing grain damage in air-tight environments is limited. The purpose of this work was to determine *in vitro* growth rate and sporulation of isolated *P. funiculosum* strains of corn grains stored in plastic bags located in the southeast of Buenos Aires province, Argentina, in order to identify the main factors that might limit their development during storage. The strains were isolated from grains collected at different storage times and were identified with classical taxonomic keys. They were later evaluated with no  $O_2$  restraint in agar media with glucose (2%), considering two pH levels (5.6 and 6.5) and gases composition  $CO_2$ - $O_2$ : 0-21%, 15-5%, 25-5% and 25-1%, respectively. Incubation was performed at 25°C and the colonies diameter (mm) and the number of conidia per  $cm^2$  in the colony were determined after seven days. The data analysis was conducted using the R program (version 2.15.1). No significant effect of the pH factor ( $p=0.1478$ ) or the strain ( $p=0.9025$ ) on the colony diameter was detected, after 7 days with no  $O_2$  restriction. After analyzing gas composition and pH variables of the air-tight environment of growth, no interaction effect of pH\*mixture ( $p=0.9461$ ), nor pure effects of pH factor ( $p=0.4247$ ) were detected, but the gas mixture factor effect ( $p<0.001$ ) was detected. The gas mixture 25-1% had a negative effect on the size of the colonies, and the shortest diameters ( $p<0.001$ ) were recorded. However, the gas mixture 0-21% promoted colony growth, and the longest diameters ( $p<0.001$ ) were detected in this environment. Regarding sporulation, no significant effect of the pH\* gas mixture interaction ( $p=0.9572$ ) nor pH effect ( $p=0.5742$ ) were detected, but gas composition ( $p<0.001$ ) affected conidia counting. The strains developed in an environment at 1%  $O_2$  showed a significant sporulation decrease ( $p<0.001$ ), regardless of  $CO_2$  concentration. In conclusion, substrate acidification at the end of storage does not affect the colony size or sporulation. Growth rate and conidia production are significantly reduced when environmental  $O_2$  contents are equal or lower than 1%. Practices tending to reduce  $O_2$  levels rapidly will restrain the development of disruptive mycobiota that colonizes grains during storage in silo bags.

**Keywords:** silo bag; corn grains; *Penicillium*; extrinsic and intrinsic factors.



T4N3

# Relación entre Incidencia de *Fusarium verticillioides* y Variables de Calidad de Grano bajo Condiciones de Almacenamiento de Maíz en Tucumán, Argentina

## *Relationship between the Incidence of Fusarium verticillioides and Variables of Grain Quality of Stored Corn in Tucumán, Argentina*

C. G. Díaz<sup>1</sup>; R. Rodríguez<sup>2</sup>; C. Aguaysol<sup>1</sup>; J. Juárez<sup>1</sup>; P. Saleme<sup>2</sup> y L. D. Ploper<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las posibilidades de comercializar con éxito los granos de maíz dependen de factores que interfieren durante el manejo de pre y poscosecha. Por esto, es importante conocer la incidencia de patógenos con potencial toxigenico y los niveles de concentración de micotoxinas que tienen las partidas comerciales almacenadas en silo bolsas. Entonces, se propusieron los siguientes objetivos: evaluar la incidencia de *Fusarium* spp. sección Liseola con potencial toxigénico en granos almacenados; establecer la relación entre niveles de incidencia y variables de calidad comercial; y cuantificar los niveles de contaminación de fumonisinas de los diferentes silos. Los resultados mostraron que la especie *Fusarium verticillioides* predominó en condiciones de almacenamiento. Su incidencia promedio de entre 15 y 17 % varió según el silo. Dos de las seis variables regresoras, grano quebrado y humedad, fueron importantes para explicar la variabilidad de la incidencia de *Fusarium verticillioides* en los granos almacenados. Los valores promedio de fumonisinas en los silo bolsas variaron entre 0,01 y 7,37 ppm. Se rescató, además, que existe una relación lineal entre incidencia de *F. verticillioides* y los valores de fumonisinas, a pesar de un ajuste no tan elevado ( $R^2= 0,57$ ). Este trabajo aportó información para nuestra región sobre la predominancia en los granos almacenados de una especie de *Fusarium* de la sección Liseola con alto potencial para producir fumonisinas, como es *Fusarium verticillioides*; también sobre el nivel de contaminación de los granos almacenados, aunque bajo en el presente año de estudio, y sobre la importancia de la ruptura de la integridad del grano en la colonización de dicho patógeno.

**Palabras claves:** *Zea mays*, *fusarium verticillioides*, fumonisinas, granos de maíz almacenado, regresión múltiple, stepwise, Argentina.

<sup>1</sup>Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, U. Nacional de Tucumán. <sup>2</sup> INTA EEA Famallá, Tucumán. e-mail: cegdiaz@gmail.com

## ABSTRACT

The possibilities of successfully marketing corn depend on factors that interfere in the pre and post-harvest handling. For this reason, it is important to know the incidence of pathogens with toxigenic potential and the mycotoxin concentration levels of commercial consignments stored in silo bags. Thus, the following objectives were proposed: (i) to assess the incidence of *Fusarium* spp. section *Liseola* with toxigenic potential in stored grains; (ii) to establish the relationship between incidence levels and commercial quality variables; (iii) and to quantify the levels of fumonisin contamination in different silo bags. Results showed that *Fusarium verticillioides* species was predominant in storage conditions. Its average incidence between 15 and 17% varied according to the silo bag. Two of the six independent variables -broken grain and moisture content- were important to explain the variability of the incidence of *Fusarium verticillioides* in stored grains. The average values of fumonisins in silo bags varied between 0.01 and 7.37 ppm. The study also showed there is a linear relationship between the incidence of *F. verticillioides* and fumonisin values, even though the correlation is not so high ( $R^2= 0.57$ ). This work provided information for our region about the predominance of a *Fusarium* section *Liseola* species with high potential for fumonisin production such as *Fusarium verticillioides* in stored grains. It also provided data about contamination levels in stored grains, which was low in the current year of study, and about the importance of broken kernel percentage in the corn sample in such pathogen colonization.

**Keywords:** *Zea mays*, *fusarium verticillioides*, Fumonisin, Stored Corn Grains, Multiple Regression, Stepwise, Argentina.

T4N4

# *Fusarium* spp. en Trigo Almacenado en Silo Bolsa

## *Fusarium* spp. in Wheat Stored in Silo Bag

Enrique Behr<sup>1</sup>, Leandro Cardoso<sup>2</sup>, Claudia Castellari<sup>3</sup>, Facundo Marcos Valle<sup>3</sup>

## RESUMEN

La Fusariosis de la espiga de trigo (FET), causada por varias especies de *Fusarium* y con mayor frecuencia por *F. graminearum* (Teleomorfo *Gibberella zeae*), provoca severas epifitias en uno de cada ocho años (Formento y Schutt, 2012), convirtiéndose en una de las principales patologías de este cultivo en Argentina (Conde Molina, 2012). Los cultivos afectados por esta especie presentan reducciones en el rendimiento, pérdidas de calidad comercial e industrial y además la potencial contaminación con micotoxinas (Villar de Galich, 2002) como deoxinivalenol (DON), zearalenona (ZEA) y fumonisinas. El objetivo de este estudio

<sup>1</sup>AER INTA Crespo, Entre Ríos, Argentina. <sup>2</sup>EEA INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP), Balcarce, Buenos Aires, Argentina, Ruta Nacional 226 Km. 73,5, Balcarce (Buenos Aires), Argentina. \*e-mail: cardoso.marcelo@inta.gov.ar

fue evaluar la conservación del grano de trigo procedente de cultivos afectados por FET, durante el almacenamiento en silo bolsas. El ensayo consideró cuatro unidades experimentales, silos bolsa con aproximadamente 150 t de trigo (*Triticum durum*) cada una, ubicados en diferentes establecimientos productivos en la región centro-oeste de la provincia de Entre Ríos, Argentina. En cada silo bolsa se determinaron tres sectores de muestreo, en los que se extrajeron muestras de grano en tres momentos del ensayo: inicio del almacenamiento (primeros 10 días de almacenaje), 60 y 120 días de almacenaje (finalización del ensayo). Cada 30 días se determinó la concentración de CO<sub>2</sub> de la atmósfera intergranaria en los sectores muestreados. Cada muestra extraída se fraccionó para realizar análisis de calidad comercial, el contenido de gluten (SAGPyA, 2004), poder germinativo (PG; ISTA, 2008) y test de Elisa para determinar la contaminación con DON y ZEA. Los resultados obtenidos de calidad comercial y concentración micotoxinas se analizaron a través de medidas de estadística descriptiva (posición y dispersión). Para el análisis de los datos correspondientes a la determinación de PG se realizó un ANOVA con diseño anidado. La humedad de los grano en los silo bolsas analizados se mantuvo entre 9,8 y 11,9%. La cantidad de granos dañados al inicio del almacenamiento excedió la tolerancia permitida para su comercialización (3%), aunque se mantuvo estable durante el transcurso del almacenaje. No obstante, a partir del segundo muestreo se detectó dentro del rubro granos dañados la presencia de granos “calcinados” (granos de apariencia yesosa, con tonalidad rosada), normalmente asociados con la presencia de FET. No se observaron modificaciones en el valor medio de peso hectolítrico, porcentaje de proteína, grano dañado y el contenido de gluten de los granos. La actividad biológica dentro los silo bolsas, determinada mediante la concentración de CO<sub>2</sub>, en general fue mayor a la reportada por otros autores para silo bolsas con trigo de similar contenido de humedad (Rodríguez *et. al.*, 2009). El PG presentó variabilidad significativa ( $p < 0,05$ ) entre los cuatro silo bolsas, (entre 64 y 89%), aunque no se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) durante el tiempo de almacenamiento.

La concentración promedio de DON al momento del embolsado fue de 4 ppm, no detectándose variaciones durante los 120 días de almacenamiento. La concentración promedio de ZEA se incrementó entre el inicio del almacenamiento y los 60 días (de 22 a 114 ppb), mientras que entre los 60 y 120 días de almacenamiento la concentración de dicho metabolito tóxico se mantuvo estable.

Palabras claves: Silo bolsa, fusarium, fusariosis de la espiga, trigo, calidad.

## ABSTRACT

*Fusarium head blight (FHB) in wheat, caused by various Fusarium species and especially by F. graminearum (Gibberella zeae Teleomorph), provoke serious epiphytotic conditions every eight years (Formento y Schutt, 2012), and it is one of the main pathologies of this crop in Argentina (Conde Molina, 2012). Crops affected by this species showed a decline in grain yields, loss of marketing and industrial quality and in addition to the potential mycotoxin contamination (Villar de Galich, 2002) such as deoxinivalenol (DON), zearalenone (ZEA) and fumonisins. The purpose of this study was to evaluate the conservation of wheat*



grains from FHB affected crops, during silo bag storage. The study included four experimental units (silo bags with approximately 150 t of wheat (*Triticum durum*) each) located in different farms in the mid-western region of Entre Ríos province, Argentina. Three sampling locations were determined in each silo bag and grain samples were collected at three different times: beginning of storage (first 10 days of storage), 60 and 120 days of storage (end of study). CO<sub>2</sub> concentration of the intergranular atmosphere was determined at the sampling locations. Each collected sample was divided to analyze its marketing quality, gluten content (SAGPyA, 2004) and germination potential (PG; ISTA, 2008). In addition, an Elisa Test was performed to determine DON and ZEA contamination. The marketing quality and mycotoxin concentration results were analyzed through descriptive statistics measures (average and dispersion). The analysis of the PG determination data was performed using a nested ANOVA test. Grain moisture content in the analyzed silo bags was between 9.8 and 11.9 %. Damaged grains fraction at the beginning of storage exceeded the marketing permitted tolerance (3%), but it remained stable throughout storage. Nonetheless, after the second sampling and included among the damaged grains fraction, "calcined" grains (chalky grains, with a slight pink color) were found, which are normally associated with FHB affected grains. No modification was observed in the average value of the test weight, protein percentage, damaged grain percentage or grain gluten content. Biological activity inside the silo bags, determined by CO<sub>2</sub> concentration, was greater than the activity reported by other authors for silo bags with similar moisture content wheat (Rodríguez et. al., 2009). PG showed significant variation ( $p < 0.05$ ) among the four silo bags, (between 64 and 89%), although no significant variations ( $p < 0.05$ ) were detected during storage.

The DON average concentration at bagging time was 4 ppm, and no variations were detected during the 120-day storage. The ZEA average concentration was increased between the beginning of storage and after 60 days (22 to 114 ppb), while between 60 to 120-day storage, the concentration of such toxic metabolite remained stable.

**Keywords:** silo bag, fusarium, Fusarium head blight, wheat, quality

## REFERENCIAS

Formento, A. N. y Schutt, L. 2012. Monitoreo, perfil sanitario, factores climáticos y toma de decisiones en el manejo de la roya de la hoja y mancha amarilla del trigo. En: Jornada Regional de Cultivos de Invierno - Campaña 2012. FCA - UNER. pp. 61-67.

Code Molina, D. 2012. *Fusarium*, calidad de harina de trigo y toxinas. Disponible en: <http://www.granotec.com/argentina/new/20130130172306/>. Accedido en mayo del 2014.

ISTA. 2008. International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland, 1 ed., V. 5.

Rodríguez, J., Bartosik, R., Cardoso, L. y Croce, D. 2009. Factores que afectan la concentración de dióxido de carbono en el aire intersticial de trigo almacenado en bolsas plásticas herméticas. En: Almacenamiento de granos en bolsas plásticas. Casini, C., Rodríguez J. C., Bartosik R. (Eds.), INTA Manfredi, Córdoba. pp. 48-50.

SAGPyA, 2004. Norma XX para la comercialización del trigo pan. Disponible en: <http://www.bcr.com.ar/Normas/normas/NORMA%20XX%20Trigo%20Pan.pdf>. Accedido en marzo del 2014.



TEMA 5

# Almacenamiento en silo bolsa y calidad del grano

*Storage of grains in silo bags  
and effects on quality*



# Almacenamiento en Silo Bolsa y Calidad del Grano

## *Storage in Silo Bags and Grain Quality*

Bartosik, R.; Cardoso, L.; de la Torre, D.; Abadía, B.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El almacenamiento en silo bolsa irrumpió en el sistema de poscosecha de Argentina a partir de mediados de la década del '90. Debido a diversas ventajas del sistema, las toneladas almacenadas en silo bolsa incrementaron todos los años, hasta superar los 40 millones anuales en los últimos 5 años. El INTA acompañó el crecimiento de esta tecnología de almacenamiento a través de generación y difusión de tecnologías apropiadas.

Este trabajo resume los resultados de las investigaciones que analizan el comportamiento de las variables sensibles del almacenamiento en silo bolsa (temperatura, humedad, concentración de gases), como así también las implicancias de innovaciones tecnológicas, sobre la calidad del maíz, soja, trigo, girasol, cebada cervecera, canola y porotos.

Los resultados finales indican que el grano seco (humedad relativa de equilibrio debajo de 67%) puede ser almacenado en silo bolsas por más de seis meses sin pérdida de calidad (medida como porcentaje de granos dañados por hongos, peso hectolítrico, test de germinación, acidez de la materia grasa, y parámetros nutricionales y organolépticos, entre otros). Cuando la humedad del grano se incrementa, la calidad comercial puede ser mantenida por algunos meses durante el invierno, y menos de tres meses en verano (Bartosik *et al.*, 2008). En todos los casos, el mantenimiento de la hermeticidad de la bolsa es el factor clave para un almacenamiento exitoso.

Cuando el grano es almacenado en silo bolsas a una humedad que permite el desarrollo de hongos, por efecto de la atmósfera modificada la actividad de los hongos es menor comparada con una situación de almacenamiento bajo condiciones atmosféricas normales. Los silo bolsas tienen una tasa alta de intercambio de calor con el aire y el suelo (doble relación superficie/volumen que los silos regulares), por lo que la temperatura del grano dentro del silo bolsa es mayormente afectada por la temperatura ambiente (Gastón *et al.*, 2009), lo favorece la conservación del grano en invierno y dificulta el monitoreo de la actividad biológica a través de la temperatura.

El monitoreo con CO<sub>2</sub>, la embolsadora energía cero y el termosellado son innovaciones tecnológicas que han contribuido sustancialmente a lograr y mantener una adecuada calidad del grano almacenado en silo bolsas.

**Palabras claves:** Silo bolsa, Granos, Calidad, Almacenamiento hermético, Temperatura, Humedad, Argentina.

### ABSTRACT

*Silo bag storage entered the post-harvest system in Argentina by the mid-90s. Due to several advantages of such method, the amount of grain stored in silo bags increased every year, and have been in between 35 and 42 million tons yearly over the last 7 years. The National Institute of Agricultural Technology (INTA) has supported the adoption of this storage system by developing and expanding appropriate technologies.*

*This work summarizes the results of the investigations that analyze the behavior of the sensitive variables of silo bag storage (grain temperature and moisture content, and hermetic environment gas concentration), as well as the effects of technological innovations on the quality of corn, soybeans, wheat, sunflower, malting barley, canola and beans.*

<sup>1</sup>EEA INTA Balcarce, Ruta 26 km 73,5, Balcarce (7620), Argentina. e-mail: bartosik.ricardo@inta.gob.ar

*The final results show that dry grains (equilibrium relative humidity below 67%) can be stored in silo bags for a period longer than six months with no quality loss (considering percentage of fungi damaged grains, test weight, germination test, fat acidity, and nutritional and organoleptic parameters, among others). When grain moisture content increases, marketing quality can be maintained for a few months in winter and for less than three months in summer (Bartosik et al., 2008). In all cases, the bag air-tightness is the key factor for successful storage.*

*When grains are stored in silo bags with a humidity that allows fungi development, due to the modified atmosphere, fungal activity is more reduced than in storage under standard atmospheric conditions. Silo bags have a high rate of heat exchange with the air and soil (double surface/volume ratio compared to regular silos), for this reason the grain temperature inside the silo bag is influenced by ambient temperature (Gastón et al., 2009), which promotes grain conservation in winter and hampers the monitoring of biological activity through temperature.*

*CO<sub>2</sub> monitoring technology, zero-energy bagging machine, and thermo-sealing are technological innovations that have significantly contributed to achieve and maintain an appropriate quality of grains stored in silo bags.*

**Keywords:** Silo bags, Grains, Quality, Air-tight Storage, Temperature, Humidity, Argentina.

## REFERENCIAS

Bartosik, R., Ochandio, D., Cardoso, L., de la Torre, D. 2012. Storage of malting barley with different moisture contents in hermetic silo bags. Proceedings del 9th International Conference Controlled Atmospheres and Fumigation of Stored Products, 15 al 19 de Octubre de 2012, Antalya, Turquía. Pp: 549-554.

Gastón, A; R. Abalone; R.E. Bartosik y J.C: Rodríguez. 2009. Mathematical modelling of heat and moisture transfer of wheat stored in plastic bags (silo bags). Journal of Biosystem Engineering. Volume 104, Issue 1, September 2009, Pages 72-85.

## CONFERENCIA 9

# Sanidad e Inocuidad de los Granos

## Grain Innocuousness

Ricca, Alejandra <sup>1</sup>; Martínez, María José <sup>2</sup>; Presello, Daniel <sup>3</sup>; Bartosik, Ricardo <sup>4</sup>

## RESUMEN

Los granos, como insumos del proceso de producción de alimentos, se consideran inocuos si no causan daño a los animales y las personas que los consumen. Las dos causas de contaminación que típicamente resultan con pérdidas de inocuidad de los granos están referidas a la presencia de micotoxinas y de residuos de pesticidas.

El consumo de granos contaminados puede derivar en daño a la salud de los animales y las personas o causar pérdidas económicas en la producción de carnes, leche y huevos. A su vez, existen fuertes regulaciones respecto de los límites máximos permitidos, los cuales no son uniformes entre los diferentes países, resultando en serios problemas en la comercialización con pérdidas para países productores de alimentos.

El mundo demanda granos cada vez más sanos e inocuos, por lo que las regulaciones de los países compradores impactan en la forma en que los países productores implementan su cadena logística y de comercialización, debiendo adaptarse para satisfacer las crecientes demandas impuestas por los consumidores globales.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertos tipos de hongos. La proliferación de micotoxinas ocurre cuando el ambiente favorece el desarrollo fúngico e incrementan su importancia

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar; <sup>2</sup> INTA Manfredi; <sup>3</sup> INTA Pergamino; <sup>4</sup> INTA Balcarcee-mail: martinez.mariajose@inta.gov.ar

bajo ciertas circunstancias, como las condiciones de stress. La contaminación comienza a nivel de campo (pre cosecha) y puede continuar durante el almacenamiento (poscosecha) cuando no se utilizan buenas prácticas. Una vez que un lote de granos está contaminado con micotoxinas no es posible eliminarlas de manera práctica, lo cual limita las posibilidades de uso final de la mercadería y genera serios inconvenientes para su comercialización.

La contaminación con residuos de pesticidas es una problemática muy diferente. En el caso de la poscosecha de granos la principal causa de contaminación química es el uso de insecticidas. En este caso los diferentes países establecen Límites Máximos de Residuos (LMR) para cada principio activo y grano, dependiendo básicamente en la peligrosidad del principio activo. La contaminación (presencia de residuos por encima del LMR) puede ocurrir por el uso de productos indebidos (ej. uso en la poscosecha de insecticidas aprobados para su uso en cultivos extensivos), por sobredosisificación de insecticidas permitidos en la poscosecha, por duplicación de dosis en la poscosecha o por no respetar los tiempos de carencia. Al igual que en el caso de las micotoxinas, una vez que un lote de granos se contaminó con residuos de pesticidas se generan serias limitaciones en las posibilidades de uso final del producto e inconvenientes en su comercialización.

En el almacenamiento de granos la prevención de contaminación con micotoxinas y pesticidas se basa en la implementación de las Buenas Prácticas (BP) (Abadía y Bartosik, 2013). Para el caso de las micotoxinas, las BP comienzan con la selección de variedades resistentes al ataque de hongos, prácticas agronómicas adecuadas (ej. rotación de cultivos, fertilización balanceada, evitar las condiciones de estrés, etc.), ajuste del equipo de cosecha para eliminar granos severamente dañados de baja densidad, y manejo adecuado en la poscosecha (especialmente secado a humedad de almacenamiento segura). En el caso de los plaguicidas las BP se basan en la sanidad de las instalaciones de almacenamiento y el uso de la aireación y/o refrigeración artificial como medidas preventivas al desarrollo de insectos, y a la implementación de un programa de manejo integrado de plagas. Para ello es necesario la capacitación y concientización de responsables de aplicación para que solamente utilicen productos permitidos y en las dosis aconsejadas. A su vez, para evitar aplicaciones repetidas es fundamental contar con un registro de aplicaciones que se pueda transmitir al resto de la cadena (trazabilidad).

Es importante destacar que durante el procesamiento de los granos en alimentos, los residuos de plaguicidas y micotoxinas se concentran en algunos productos, mayormente en los residuos de molienda seca, húmeda o fermentación que se usan para alimentos balanceados, incrementando su problemática en la cadena de agregado de valor de los granos.

El uso del silo bolsa en el sistema de poscosecha puede mejorar las condiciones de sanidad e inocuidad de los granos. El grano almacenado en silo bolsa tiene menos chances de ser atacado por insectos que en el almacenamiento convencional. A su vez, en caso de requerir tratamiento de control, se puede realizar fumigaciones con fosfina o tratamiento de atmósferas modificadas de manera muy eficiente. Otro aspecto importante del uso del silo bolsa en la logística de poscosecha es la posibilidad de segregar partidas por calidad e implementar programas de trazabilidad.

La inocuidad de los granos es una condición necesaria para proteger la salud de la población y acceder a los mercados. Se dispone de tecnologías para la implementación de buenas prácticas de cultivo y poscosecha, que deberían ser aplicadas en sistemas que mejoren la trazabilidad a fin de reducir la contaminación con micotoxinas y plaguicidas a los niveles considerados como seguros.

**Palabras claves:** Sanidad, Inocuidad, Micotoxinas, Pesticidas, Granos, Silo bolsa, Argentina.

## **ABSTRACT**

*Grains, as input in the food production process, are considered innocuous if they do not harm the animals or people that feed on them. The two contamination causes that typically result in grain innocuousness loss are related to the presence of mycotoxins and pesticide residues.*

*The consumption of contaminated grains can lead to the deterioration of animal and people's health or to economic losses in meat, milk and eggs production. In turn, there are strict regulations regarding maximum residues limits (MRL), which are not uniform among different countries. This causes serious marketing problems with monetary losses for food producing countries.*



*There is an increasing global demand for more innocuous and healthier grains. Thus, buyer countries' regulations have an effect on the way producing countries implement their logistics and marketing chains, making it necessary for producers to adapt their logistics channels to meet the increasing demands imposed by global consumers.*

*Mycotoxins are secondary metabolites produced by certain types of fungi. Mycotoxin proliferation occurs when the environment benefits fungal development and becomes increasingly important under certain circumstances (stress conditions). Contamination starts at field level (pre-harvest) and can continue during storage (post-harvest) when best management practices (BMP) are not applied. Once a grain batch is contaminated with mycotoxins, they cannot be removed in a practical way, which limits the possibilities of the final use of the grain and causes serious marketing inconveniences.*

*Pesticide residue contamination is a different issue. In the case of grain post-harvest the main cause of chemical contamination is the use of insecticides. In this case, MRLs for each active substance and grain are established by different countries depending on the risk level of the active substance. Contamination (presence of residues above the MRL) can be due to the use of inappropriate products (for example, use of field insecticides during storage), overdose of insecticides registered for post-harvest use, repeated applications in post-harvest or non-compliance with the waiting periods. As in the case of mycotoxins, once a grain batch becomes contaminated with pesticide residues, limitations regarding the possibilities of the end use of products are generated and serious marketing inconveniences arise.*

*In grain storage, mycotoxin and pesticide contamination prevention is based on the implementation of Best Management Practices (BMP) (Abadía y Bartosik, 2013). In the case of mycotoxins, the BMP imply the selection of varieties resistant to fungal attack, appropriate farming practices (for example, crop rotation, balanced fertilization, avoidance of stress conditions, etc.), adjustment of the harvesting equipment to discard seriously damaged low-density grains, and adequate handling in post-harvest (especially drying to a safe storage moisture content). In the case of pesticides, the BMP are based on the sanitation of the storage facilities, on the use of aeration and/or artificial chilling to prevent insect development, and on the implementation of an integrated pest management program. Providing training to and raising awareness in the people responsible for BMP implementation is vital to ensure the use of only the registered products and in recommended doses. In turn, in order to avoid repeated applications it is fundamental to keep an application record that can be transmitted to the rest of the chain (traceability).*

*It is important to point out that during grain processing into food, pesticide and mycotoxin residues are concentrated, mostly in dry milling, wet milling or fermentation residues that are used for feeds, increasing problems in the value adding chain of grains.*

*The use of the silo bag in the post-harvest system can improve sanitation and innocuousness conditions of grains. Grains stored in silo bags are less likely to be infested by insects than grains stored in conventional storage. In addition, if a control treatment is required phosphine fumigation or modified atmosphere treatments can be implemented efficiently. Another important aspect of silo bag use in post-harvest logistics is the possibility to divide grain batches by quality and to implement traceability programs.*

*Grain innocuousness is a necessary condition to protect consumer's health and to access the global markets. Technologies for the implementation of good practices for harvest and post-harvest are available. They should be applied in systems that improve traceability in order to reduce mycotoxin and pesticide contamination to safe levels.*

**Keywords:** Health, Innocuousness, Mycotoxins, Pesticides, Grains, Silo Bags, Argentina.

## REFERENCIAS

Abadía, M.B.; Bartosik, R. 2013. Manual de buenas prácticas en la poscosecha de granos. Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria. Editado por: Bernadette Abadía y Ricardo Bartosik. Autores: Abadía, M.B.; Bartosik, R.; Cardoso, L.; de la Torre, D.; Giorda, J.; Hoyos, M.; Rúveda, C. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. ISBN N° 978-987-679-264-6. Pp 194.



# Calidad de Poroto Blanco Alubia (*Phaseolus vulgaris* L.) Almacenado en Bolsas Plásticas Experimentales en Relación a la Presencia de Materias Extrañas en el Granel

## *Quality of White Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Stored in Experimental Plastic Bags with Foreign Matter*

Adriana Iris Godoy<sup>1</sup>

### RESUMEN

La producción de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en Argentina (416.000 toneladas en 2012) se concentra en Salta y Jujuy con 277.115 hectáreas (ProReNOA, 2013). El tipo comercial blanco alubia se exporta a Europa (Tubello et al., 2002). Se almacena en silo bolsa el 8% de su producción. Se emplean embolsadoras sin tornillo sinfín (partido < 0,5%, Godoy et al. (2010)). Se ha establecido que es factible almacenar en silo bolsa poroto sano, seco (12-15%) y limpio 150 días sin perder calidad (De Simone et al., 2009). Se generalizó en el sector productivo la confección de bolsas con alto contenido de material extraño (ME) (hasta 30%) (Godoy et al., 2010) como resultado de la cosecha directa ineficiente, que condiciona la calidad (Godoy, 2010). Se realizó un ensayo con el objetivo de determinar el deterioro del grano embolsado sin limpieza previa durante el almacenamiento en bolsas experimentales termoselladas conteniendo 400 gr de poroto a 12% de humedad y expuesto a condiciones de temperatura ambiente. La calidad se determinó mensualmente mediante el análisis de granos manchados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal (INTA). Se registró el contenido de humedad (CH) del grano en estufa (ASAE, 1993), la humedad relativa (HR) y la temperatura (T°) del aire intergranario con sensores tipo "e-buttons".

Se efectuaron 4 tratamientos: T1: 0% ME, T2: 5% ME con bajo CH (13%), T3: 5% ME con alto CH (67,7%) y T4: 5% granos partidos. No se aplicaron fungicidas. Se empleó un diseño de bloques completamente aleatorizado y el programa STATISTICA 7.0. Se muestreó durante seis meses. Cada fecha constituyó un bloque.

Los resultados indicaron que el T3 evidenció el mayor CH con diferencias estadísticamente significativas (d.e.s.  $p < 0,05$ ) aunque no se observaron d.e.s. entre bloques. Los granos manchados mostraron d.e.s. entre bloques y tratamientos, T3 alcanzó el máximo valor promedio (14%) T2 aumentó 9,2% entre condición inicial y final, mientras T1 y T4 permanecieron casi constantes. La máxima HR (79%) se registró en T3 con d.e.s. En laboratorio se aislaron del T3B5 (130 días) más de 400 UFC de bacterias *Xantomonas* sp. con patogenicidad positiva y daños totales en los granos. T2 para dicho período generó 100 UFC con patogenicidad positiva, mientras que en T1 y T4 estas no se registraron. Del análisis de hongos surgieron d.e.s. entre tratamientos con la máxima afección para T3 (promedio 15,5%) donde seis especies de hongos afectaron el 27% de la muestra final. Se observó una alta correlación entre granos manchados y HR ( $r = 0,71$   $p < 0,05$ ) y entre el CH y HR ( $r = 0,73$   $p < 0,05$ ). Para HR surgieron también d.e.s. entre bloques,

<sup>1</sup>INTA EEA Salta. Ruta Nac. 68 Km. 172 - Cerrillos (4403) Salta, Argentina. e-mail: aigodoy@correo.inta.gov.ar

a lo largo del tiempo la misma fue disminuyendo. La  $T^{\circ}$  siguió el patrón de la  $T^{\circ}$  externa con d.e.s. entre bloques y tratamientos.

Se concluyó que existe una relación entre HR y CH, que aumentan con la presencia de ME. Al incorporar ME húmedo se genera una condición de  $aw > 0,70$ , que favorece el acelerado desarrollo de microorganismos (Giner, 1994 y Abadía et al., 2013). Con ME de bajo CH, el deterioro ocurre al superar el tiempo de almacenaje seguro (100 a 150 días). La condición del ME es más crítica que su proporción. El manchado en los granos se relaciona con la actividad microbiana. El contenido de granos partidos evaluado no es perjudicial en el tiempo considerado. La presencia de ME en la proporción y condición estudiada disminuye la calidad del poroto blanco alubia.

**Palabras claves:** *Phaseolus vulgaris* L., silo bolsa, calidad, materias extrañas, Argentina.

## ABSTRACT

Bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) in Argentina (416,000 tons in 2012) is located mainly in Salta and Jujuy, with a total of 277,115 hectares (ProReNOA, 2013). The commercial type called white kidney bean or 'alubia' is exported to Europe (Tubello et al., 2002). Eight percent of this production is stored in silo bags. Special bagging machines, without screw conveyors, are used to minimize mechanical damage (broken beans  $< 0.5\%$ , Godoy et al. (2010)). Undamaged, dry (12-15%) and clean beans can be stored for 150 days without quality loss (De Simone et al., 2009). Bagging grain with high content of foreign matter (FM) (up to 30%) (Godoy et al., 2010) became widespread among farmers, as a consequence of inefficient direct harvest, which determines quality (Godoy, 2010). For this reason a study was implemented to determine grain damage evolution of uncleaned grain during the storage period. The bean quality was determined in a monthly basis analyzing stained grains at the Plant Health Laboratory (INTA). The grain moisture contents (MC) was determined in oven (ASAE, 1993) in samples collected in a monthly basis, and relative humidity (RH) and the temperature ( $T_o$ ) of intergranular atmosphere were recorded using "e-buttons" type of sensors. Four hundred grams of beans (HC: 12%) were stored in thermo-sealed plastic bags at ambient temperature.

Four treatments were performed: T1: 0% FM, T2: 5% FM with low HC (13%), T3: 5% FM with high HC (67.7%) and T4: 5% broken grains. Fungicides were not applied. A randomized block design and STATISTICA 7.0 software were used. Samples were collected during six months of storage; each time was considered a block.

The findings demonstrated that: T3 showed the highest HC with statistically significant differences (s.s.d.  $p < 0.05$ ) although no s.s.d were observed between blocks. The stained grains showed s.s.d. between blocks and treatments, T3 reached the maximum average value (14%), T2 increased 9.2% between initial and final condition, while T1 and T4 remained almost constant. The highest RH (79%) was recorded in T3 with s.s.d. More than 400 CFUs of *Xantomonas* sp. bacteria with positive pathogenicity and total grain damage were isolated from T3B5 (130 days) at the laboratory. For the same period, T2 generated 100 CFUs with positive pathogenicity, while no CFUs were found in T1 or T4. After fungi were analyzed, s.s.d. emerged between treatments and it had its maximum effect on T3 (15.5% average) where three fungi species affected 27% of the final sample. A high level of correlation was observed between stained grains and RH ( $r = 0.71$   $p < 0.05$ ) and between HC and RH ( $r = 0.73$   $p < 0.05$ ). For RH, s.s.d. also emerged between blocks, and it was decreasing throughout time. The  $T_o$  followed the external  $T_o$  pattern with s.s.d. between blocks and treatments.

The following conclusion has been drawn: there is a relationship between RH and HC, which is increased in the presence of FM. When moist FM is added, an  $aw > 0.70$  condition is generated, which exacerbates the rapid development of microorganisms (Giner, 1994 and Abadía et al., 2013). With low HC FM, the latter occurs when safe storage time (100 to 150 days) is exceeded. FM condition is more critical than its proportion. Stained grains are associated with microbial activity. The evaluated broken grain content is not harmful over the time period considered in the assessment. The presence of FM in the proportion and condition evaluated decreases the quality of white kidney beans.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., silo bags, quality, foreign matters, Argentina.

## REFERENCIAS

- Abadía B. y R. Bartosik 2013. *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos*. Ediciones INTA I.S.B.N. 978-987-679-264-6: 22-30.
- ASAE 1993. Norma ASAE S 352.2 Determinación del contenido humedad de los granos.
- De Simone M., M. Fili y A. Godoy 2009 Almacenamiento de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en bolsas plásticas con relación al contenido de humedad inicial, deterioro de los granos y el tiempo. *Almacenamiento de granos en bolsas plásticas*. Ediciones INTA I.S.S.N. 1667- 9199: 162-168.
- De Simone M. y A. Godoy 2009 Evaluación del efecto de media sombra en la calidad del poroto almacenado en bolsas plásticas con sistema de embolsado por gravedad. *Almacenamiento de granos en bolsas plásticas*. Ediciones INTA I.S.S.N. 1667-9199: 169-180.
- Giner S. A. 1994 Temas de post-cosecha de granos oleaginosos. Parte I. Aceites y Grasas: 71-83.
- Godoy A. y M. De Simone 2010 *Almacenamiento de poroto en bolsas plásticas*. Actualización técnica N° 53. Ediciones INTA: 12.
- Godoy A. 2010 Silo bolsa de Poroto. *Informe técnico del seguimiento efectuado en la empresa*. ALIMAR SA: 7.
- ProReNOA INTA 2013 Monitoreo de cultivos del Noroeste Argentino a partir de sensores remotos <http://inta.gob.ar/documentos/monitoreo-de-cultivos-del-noroeste-argentino-atraves-de-sensores-remotos/>
- Tubello D. y A. Picollo 2002. Producción, comercialización y mercados. *El cultivo de poroto en la República Argentina*. Ediciones INTA I.S.B.N. 987-521-067-6: 255-265.

T5N2

# Relación entre la Concentración de CO<sub>2</sub> y las Pérdidas Físicas en el Almacenamiento de Soja en Silo bolsa

## *Relationship between CO<sub>2</sub> Concentration and Quantitative Losses in the Storage of Soybean in Silo Bag*

Hernán Ignacio Taher<sup>1</sup>, Ricardo Bartosik<sup>2</sup>, Leandro Cardoso<sup>2</sup>, Hernán Urcola<sup>2</sup>

## RESUMEN

Durante los últimos 10 años la producción de soja en Argentina aumentó 31 millones de toneladas, sin embargo, la capacidad de almacenamiento en estructuras fijas no creció al mismo ritmo durante este período (Cardoso *et al.*, 2008). Debido a esta escasa capacidad de almacenamiento, una gran proporción de la producción de soja se vendía rápidamente después de la cosecha a través del sistema de los acopios regionales y de allí a la industria. Además, la flota nacional de camiones trabajando al 100% de su capacidad resultaba insuficiente para transportar a tiempo la cosecha desde el campo hasta los acopios, industrias y puertos. Como consecuencia la cosecha resultaba normalmente interrumpida y dilatada por la escasez de camiones, generándose también aumentos estacionales en las tarifas de flete, recepción y otros servicios. Este contexto favoreció la rápida adopción del uso de silo bolsa (Sb) (Bartosik *et al.*, 2008).

El uso de Sb permite aprovechar las diferencias estacionales de los precios y mejorar los ingresos con respecto al momento de cosecha. Sin embargo, el almacenamiento a campo en Sb puede resultar riesgoso cuando no se implementan las Buenas Prácticas y cuando no hay métodos claros de monitoreo de la calidad de los granos almacenados a través del tiempo. En el trabajo se propuso evaluar la evolución de CO<sub>2</sub> en el almacenamiento de grano de soja en Sb y relacionarlo con una determinada pérdida biológica: cantidad y calidad de mercadería afectada.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias UNMdP. <sup>2</sup> EEA INTA Balcarce, CC 276, (7620) Balcarce, Argentina ` e-mail: htaher17@hotmail.com

Se analizaron 15 Sb de soja con un rango de humedad de 9,6 % a 15,5 % en acopios y campos de productores de la localidad de Balcarce, durante un período de 7 meses (de mayo a diciembre de 2013). Para ello, al inicio del almacenaje y cada 45 días se muestreo el grano de soja por calado, y se analizó su calidad a través de la Norma para la Comercialización de Soja. Además cada 15 días, se midió la concentración de CO<sub>2</sub> con el instrumento Silcheck.

Por último se cuantificó el espesor y largo de los sectores del Sb afectado, para precisar el volumen y cantidad del grano dañado. La localización del grano dañado se realizó en forma visual y se utilizaron 2 métodos de cuantificación de pérdidas: a) Diferencia de peso de entrada y salida del grano almacenado en silo bolsa b) Estimación visual (se cubió en función del volumen afectado y se tradujo a peso, considerando un peso hectolítrico de 72 kg/hl).

Si bien en el estudio no se registraron pérdidas en la calidad del grano de soja almacenado, se detectaron pérdidas en la cantidad del grano luego del almacenamiento en Sb. Las pérdidas detectadas no fueron generalizadas sino localizadas en determinados sectores del silo bolsa. Estas pérdidas fueron descartadas por el productor, no se comercializaron considerándose una pérdida en cantidad durante el almacenamiento. Esto nos indica que la metodología de muestreo convencional (muestreo por calado) no detecta pérdidas localizadas, subestimando el deterioro del grano en el silo bolsa. Para poder describir las pérdidas en cantidad se las correlacionaron con la [CO<sub>2</sub>]. En el estudio se detectó alta correlación positiva (0,88) entre [CO<sub>2</sub>] máxima y las pérdidas en cantidad. De esta manera el monitoreo de [CO<sub>2</sub>] permitiría anticipar y calcular las pérdidas en el almacenamiento del grano de soja en Sb.

**Palabras Claves:** Pérdidas de calidad, Pérdidas de cantidad, Predicción de pérdidas, Monitoreo preventivo, Argentina.

## ABSTRACT

*For the last ten years, soybean production in Argentina has increased 31 million tons; nevertheless, the storage capacity in permanent storage facilities has not increased accordingly over the same period (Cardoso et al., 2008). Due to the insufficient storage capacity, a large amount of soybean production was sold rapidly after harvesting through regional elevators and later to the industry. In addition, the national truck fleet employing 100% of its workforce was not large enough to ship the entire crop from the fields to the elevators, industries or ports at harvest time. As a consequence, the harvest was usually interrupted and delayed due to truck fleet shortage, and also seasonal increases in transportation demand affected freight rates, reception and other services. In this context, silo bags were easily adopted (Sb) (Bartosik et al., 2008).*

*The use of Sb allows taking advantage of the seasonal price differences and obtaining higher earnings compared to harvest time commercialization income. Nonetheless, storage in silo bags in the field can be risky when it is not properly implemented or when there are no suitable monitoring methods for controlling the quality of stored grains. The purpose of this work was to assess CO<sub>2</sub> evolution in the storage of soybeans in silo bags and relate it to a biological loss: quantity and quality of affected products.*

*During seven months -May to December, 2013- fifteen soybean Sb with a moisture content range between 9.6% and 15.5% were analyzed at elevator facilities and production fields of farmers from Balcarce area. At the beginning of storage and every 45 days soybean samples were taken and their quality was analyzed using the procedure of the Standard for the Marketing of Soybeans. In addition, every 15 days, CO<sub>2</sub> concentration was measured with Silcheck equipment.*

*Lastly, thickness and length of the areas of the affected silo bag were quantified in order to determine the volume and weight of damaged grain. The location of the damaged grain was determined by visual inspection and two methods were used to quantify losses: i) difference in weight of the grain at the beginning and end of storage in silo bag, ii) Visual assessment (volume was determined on the basis of the affected area and thickness and it was converted into weight considering a test weight of 72 Kg/hl).*

*Even though in this study no quality loss of the stored soybean was recorded, quantitative losses were detected after storage in silo bags. These losses were not widespread; instead, they were located in specific areas of the silo bag. This shows that the conventional sampling methodology (using a standard grain probe) does not detect localized losses, underestimating the grain damage in the silo bag. In order to des-*

cribe the quantity losses, they were correlated to CO<sub>2</sub> concentration. In this study, a high positive correlation (0.88) between the maximum CO<sub>2</sub> concentration and the quantity losses was established. Thus, CO<sub>2</sub> monitoring would allow anticipating and estimating the losses in the storage of soybeans in Sb.

**Keywords:** Quality Losses, Quantity Losses, Loss Prediction, Preventive Monitoring, Argentina.

## REFERENCIAS

Bartosik, R.; Rodríguez, J.; Cardoso, L. 2008a. Storage of corn, wheat soybean and sunflower in hermetic plastic bags. Proceedings of the International Grain Quality and Technology Congress, July 15 to 18 of 2008, Chicago, Illinois, USA.

Cardoso, M.; Bartosik, R.; Rodríguez, J.; Ochandio, D. 2008. Factors affecting carbon dioxide concentration of soybean stored in hermetic plastic bags (silo bag). Proceedings of the 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products.

T5N3

# Determinación de Cambios en la Calidad de Arroz Conservado en Bolsas Plásticas Mediante Mediciones de la Concentración de CO<sub>2</sub>

## *Determining Quality Changes in Rice Stored in Plastic Bags by Measuring CO<sub>2</sub> Concentration*

Ramón Hidalgo<sup>1</sup>; Oscar Pozzolo<sup>2</sup>; Fabio Domínguez<sup>1</sup>; Emiliano Serafini<sup>1</sup>; Guido Botta<sup>3,4</sup>

## RESUMEN

En las campañas 2009; 2010 y 2011 se estudió la factibilidad de determinar tempranamente posibles cambios en la calidad de semillas de arroz conservadas en bolsas plásticas mediante mediciones de la concentración de CO<sub>2</sub>. Los tratamientos fueron: arroz con 12% de humedad (T1), arroz con 16% de humedad (T2), arroz con 18% de humedad (T3). Las variables analizadas fueron concentración de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, humedad, porcentaje de granos manchados y poder germinativo. La duración del ensayo fue de 70 días. El análisis estadístico fue a través de un diseño en bloques completos al azar.

Conclusiones: 1) Semillas de arroz con 12; 16 y 18% de humedad pueden ser almacenadas, en bolsas plásticas, por 3 meses sin problemas de calidad realizando periódicos controles. 2) Semillas con 16% de humedad se vieron afectada por mal cierre de la bolsa produciéndose el manchado del grano y una disminución superior al 90% en el poder germinativo con valores de CO<sub>2</sub> próximos al 25%. 3) Semillas con 18% de humedad no presentaron anomalías en la calidad y en el poder germinativo durante un período de 3 meses de almacenamiento aún con valores de CO<sub>2</sub> superiores al 30%.

**Palabras claves:** Embolsado, Humedad, Granos Manchados, Poder Germinativo, Mediciones, Poscosecha, Argentina.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE, Sargento Cabral 2138 - (3400) Corrientes, Argentina. <sup>2</sup>Instituto de Ingeniería Rural – INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina. <sup>3</sup>Facultad de Agronomía, UBA, Av. San Martín 4500, Buenos Aires, Argentina. <sup>4</sup>Facultad de Agronomía, UNLU, Ruta Nac. 5 y Av. Constitución. Luján, Buenos Aires, Argentina. e-mail: rhidalgo@agr.unne.edu.ar



## ABSTRACT

In 2009, 2010 and 2011 campaigns the feasibility of early detection of possible changes in the quality of rice seeds stored in plastic bags was studied by measuring CO<sub>2</sub> concentration. The treatments were the following: rice with 12% moisture content (T1), rice with 16% moisture content (T2), and rice with 18% moisture content (T3). The variables analyzed were CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration, moisture content, percentage of stained grains, germination test. The test lasted 70 days. The statistical analysis was performed using a completely randomized block design.

Conclusions: i) Rice seeds with 12, 16 and 18% moisture content can be stored in plastic bags for 3 months without compromising quality, if checked periodically; ii) Seeds with 16% moisture content were affected due to improper bag sealing and as a consequence grains were stained and the germination potential was reduced over 90% with CO<sub>2</sub> levels around 25%; iii) Seeds with 18% moisture content did not show defects of quality or germination potential over a period of storage of 3 months, even with CO<sub>2</sub> levels higher than 30%.

**Keywords:** Bagging, Moisture, Stained Grains, Germination Potential, Measuring, Post-Harvest, Argentina.

T5N4

# Almacenamiento de Sorgo Granífero Húmedo en Bolsas Plásticas Herméticas en el Sur de la Provincia de Buenos Aires

## *Storage of Moist Grain Sorghum in Hermetic Plastic Bags in the South of Buenos Aires Province*

Ochandio, Dario <sup>1\*</sup>; Massigoge, Jose Ignacio<sup>1</sup>, Bartosik, Ricardo<sup>2</sup>; Cardoso Leandro<sup>2</sup>.

## RESUMEN

La superficie cosechada de sorgo granífero en Argentina en el año 2012 fue de 912 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 4200 Kg/Ha, lo que dio como resultado una producción de 3,83 millones de toneladas. Se estima que aproximadamente 40% de la producción total de granos en nuestro país se almacena en bolsas plásticas y el sorgo granífero no escapa a esta tendencia. Hay insuficiente información sobre el almacenamiento de sorgo en este sistema de almacenamiento.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el almacenamiento temporario del grano de sorgo húmedo recién cosechado en bolsas plásticas herméticas.

El ensayo se realizó en el partido de Tres Arroyos (sur de la provincia de Buenos Aires). Las bolsas fueron confeccionadas en julio de 2012 después de la cosecha y el seguimiento comenzó pocos días después, finalizando el 30 de octubre del mismo año (momento en que se cargó la mercadería). Cada 30 días se

<sup>1</sup> INTA EEA Barrow. <sup>2</sup> INTA EEA Balcarce. \*CC 50 (CP 7500) Ruta 3 Km 487, Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina. e-mail: ochandio.dario@inta.gob.ar

midió la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) dentro de las bolsas para determinar la composición gaseosa de la atmósfera intergranaria y relacionarla con la respiración del granel. Además, cada una hora se midió temperatura del grano y humedad relativa (HR) del espacio intergranario. Al inicio y al finalizar el ensayo se midió la humedad del grano y se realizaron análisis de calidad comercial.

La humedad del grano no varió durante los días que duró el experimento. Los granos de sorgo contenía una humedad elevada (de 16,5 hasta 21%) teniendo en cuenta que la humedad de recibo en el sorgo es de 15%.

Durante el tiempo que duró esta experiencia, el grano de sorgo mantuvo su calidad comercial, solo hubo una tendencia al aumento del porcentaje de granos dañados que no llegó a cambiar el grado de comercialización.

La concentración de  $\text{CO}_2$ , en este ensayo tuvo al comienzo un rápido incremento de los valores causado por la respiración inicial de los componentes del granel (microorganismos y granos). Posteriormente se estabilizaron los valores medidos hasta la finalización del almacenaje. Se observó que a mayor humedad del grano, mayor fue el valor de  $\text{CO}_2$  medido.

Se puede decir que en el sur de la provincia de Buenos Aires, donde la temperatura ambiente durante el invierno y principio de primavera es relativamente baja, es posible almacenar provisoriamente grano de sorgo húmedo con un contenido de hasta 21% de humedad en bolsas plásticas herméticas desde la cosecha y hasta comienzos de la primavera.

## ABSTRACT

*The harvested area of grain sorghum in Argentina in 2012 was 912 thousand hectares with an average yield of 4200 Kg/Ha, which in turn resulted in a 3.83 million ton production. It is estimated that about 40% of the total grain production in our country is stored in plastic bags and grain sorghum is no exception to this tendency. There few studies on sorghum storage in this storage system.*

*The purpose of this work was to assess temporary storage of freshly harvested moist sorghum grains in hermetic plastic bags.*

*The test was conducted in Tres Arroyos District (south of Buenos Aires Province). The bags were filled in July 2012 after harvest and the monitoring started a few days later and finished on October 30, 2012 (silo bags were unloaded on this date). Every thirty days the carbon dioxide concentration ( $\text{CO}_2$ ) inside the bags was measured to determine the gas composition of the intergranular atmosphere and relate it to grain ecosystem respiration. In addition, the grain temperature and relative humidity (RH) of the intergranular space were measured every hour. At the beginning and at the end of the trail, grain moisture was measured and marketing quality analyses were performed.*

*Grain moisture remained constant during the experiment. Sorghum grains had a high moisture content (from 16.5 to 21%), considering the fact that the market moisture content for sorghum is 15%.*

*During the period of this experience, sorghum grain maintained its marketing quality. There was only a trend towards the increase of the percentage of damaged grains, which did not affect marketing levels.*

*In this trial,  $\text{CO}_2$  concentration levels increased rapidly at the beginning due to initial respiration of the grain bulk components (microorganisms and grains). Subsequently, measured values became stable until the end of the storage period. It was observed that the higher the grain moisture content, the higher the  $\text{CO}_2$  concentration measured.*

*It may be said that in the south of Buenos Aires province where the ambient temperature during winter and at the beginning of spring is relatively low, moist sorghum grain with a moisture content level up to 21% can be temporarily stored in hermetic plastic bags from harvesting time and until the beginning of spring.*

T5N5

# Conservación de Arroz en Bolsas Plásticas. Una Década de Investigación en Argentina

## *Preservation of Rice in Plastic Bags. A Decade of Research in Argentina*

Hidalgo R.<sup>1</sup>; Pozzolo O.<sup>2</sup>.

### RESUMEN

El INTA y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, investigan en conjunto desde hace 10 años conservación de arroz en bolsas plásticas, habiendo desarrollado y probado metodologías actualmente adoptadas por técnicos y productores en el ámbito nacional e internacional con éxito para mitigar problemas de almacenamiento. Se trabajó principalmente en cuatro aspectos; 1) suministrar pautas para una conservación segura, 2) proporcionar herramientas para control efectivo, 3) desarrollar una estrategia de secado para aumentar la eficiencia utilizando silos bolsas y 4) evaluar el tornillo sinfín utilizado para la confección y extracción de los silos bolsas respecto al daño a granos. Para el primero se determinó que el arroz base cámara (humedad 13%) se puede conservar aproximadamente por 1 año sin problemas de pérdida de calidad, con humedad del 16% se puede conservar hasta 4 meses y con humedades de hasta 20% es posible almacenarlo por 40 días sin pérdidas de calidad, extremando las inspecciones. Respecto a las herramientas de control se demostró que el análisis de granos manchados, práctica de fácil adopción, es un adecuado indicador del estado general del grano embolsado, resultando más fiable que las mediciones de CO<sub>2</sub> utilizadas con este fin en otros granos. En relación al histórico problema de déficit en la capacidad de secado se propuso realizar un secado diferencial combinándolo con la técnica de “tempering” pero utilizando bolsas plásticas a modo de silo “buffer”. Se logró por un lado, utilizando secados diferenciales, aumentar en promedio más del 40% la capacidad de secado y por otro, mediante el temperado, mejorar la calidad incrementando el porcentaje de grano entero, eliminación de picos de trabajo, y menor consumo de combustible al disminuir el tiempo total de secado. Respecto a los implementos equipados con tornillos de Arquímedes o sinfines se observó que desgastes en estos transportes producen importantes daños en el grano, pudiendo llegar a valores superiores al 6% en grano quebrado. También se detectó que el diseño de sinfines en embolsadoras tiene incidencia en la rotura de granos, comportándose mejor los sinfines cortos horizontales que los largos inclinados. Estos desarrollos transferidos al medio han colocado a Argentina en una posición de liderazgo en información respecto a la conservación de arroz en bolsas plásticas.

**Palabras claves:** Embolsadora, Extractora, Humedad, Granos Manchados, Daño mecánico, Tempering, Argentina.

### ABSTRACT

*INTA and the College of Agricultural Sciences of the Northeast National University have jointly been investigating the storage of rice in plastic bags for 10 years. They have developed and tested methodologies that have been successfully adopted by technicians and farmers in our country and abroad in order to alleviate storage problems. Four basic aspects were considered: i) to offer guidelines for safe storage, ii) to*

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE, Sargento Cabral 2138 - (3400) Corrientes, Argentina. Río Negro 1325. Cod. Pos. 3400. Corrientes, Capital.

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería Rural – INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina. e-mail: rhidalgo@agr.unne.edu.ar



provide tools for effective monitoring of the bagged grain, iii) to develop a drying strategy to further increase efficiency with the use of silo bags and iv) to assess the use of the screw conveyor (augers) of the bagging and unloading machines in relation to mechanical grain damage. Regarding the first point, it was established that rice with 13% moisture content can be stored for approximately one year with no quality loss, 16% moisture grains can be stored for 4 months and grains with up to 20% moisture can be stored for 40 days with no quality loss, if proper care of the silo bag is maximized. In relation to monitoring tools, stained kernel analysis, which is a fairly easy practice, proved to be a suitable indicator of the overall condition of the grain and more precise than the CO<sub>2</sub> monitoring, widely used with other grains. As regards the historical problem of the shortfall in drying capacity, a differential drying combined with a tempering technique was performed using plastic bags as buffer silos. By using differential drying techniques, the drying capacity was increased more than 40%, and, by using the tempering technique, quality was improved by increasing the head rice yield, excessive labor was eliminated, and fuel consumption was lowered by reducing total drying time. Regarding the study of the augers or screw conveyor, the wears produce important mechanical damage in the grain, reaching values higher than 6% in broken grains. The design of screw conveyors in bagging machines had an impact on grain breakage, and short horizontal screws produced less damage than the long inclined ones. These developments have placed Argentina in a leadership position regarding rice storage in plastic bags.

**Keywords:** Bagging, Extractor, Moisture, Stained Grains, Mechanical Damage, Tempering, Argentina.

T5N6

# Estudio de la Relación Cáscara – Grano en el Cultivo de Arroz en Implicancias con el Silo Bolsa

## Study of the Husk-Grain Relationship of Rice Crops Related to Silo Bag

Pozzolo O<sup>1</sup>, Hidalgo R.<sup>2</sup>, Martín Meichtry<sup>3</sup>, Fabio Domínguez<sup>2</sup>, Nestor Gromenida<sup>3</sup>

### RESUMEN

El almacenamiento de arroz en silo bolsas es una actividad que se ha extendido exponencialmente en Argentina en los últimos 10 años a partir de las necesidades de acopio creciente derivada de una mayor producción de grano y de la búsqueda de menores costos de infraestructura (Aposgran, 2005). Ello ha sido posible gracias al aporte de instituciones públicas y privadas que trabajaron en esta técnica sin antecedentes internacionales para el arroz (Casini *et al.*, 2002; 2005). Este cultivo presenta características que lo diferencian significativamente del manejo y de resultados observados para otros granos (Hidalgo *et al.*, 2006a). Existen varios motivos por los cuales se da esta situación, entre los que podemos mencionar, los contenidos de humedad modales de cosecha muy superiores al resto, las bases de comercialización donde se penalizan en forma importante la rotura de granos, la época de cosecha y las características

<sup>1</sup>Instituto de Ingeniería Rural – INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina, Alberdi 942 Concepción del Uruguay, E. Ríos, (3260). <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE; <sup>3</sup>profesionales actividad privada e-mail: opozzolo@correo.inta.gov.ar

propias del grano con particular énfasis en que es el único de cosecha extensiva que se embolsa con cáscara (Hidalgo, 2006b; 2012; Pozzolo, *et al.*, 2006). En este trabajo se ha explorado cual es la incidencia de esta última característica sobre la técnica de embolsado. Así se realizaron evaluaciones volumétricas de las proporciones grano/cáscara sobre tres variedades y un híbrido lo que arrojó un valor promedio de 55,2% de diferencia lo que indicaba que la cáscara ocupaba el 44,8% del volumen dentro de la bolsa, considerando que la densidad aparente de la cáscara es de 0,108 g/cm<sup>3</sup>, respecto a 1,45 g/cm<sup>3</sup> del grano descascarado (Gonzalez, 2007), se produce un notable aumento de la cantidad de aire respecto al embolsado de otros granos que carecen de ella, además de otras potenciales implicancias como la eficiencia de compresión. También se detectaron diferencias significativas entre cultivares. Respecto al peso, la cáscara ocupó el 25,12% promedio de los cuatro cultivares evaluados, lo que indica que en los silos solo el 75% aproximadamente es ocupado por grano.

**Palabras claves:** Silo bolsa, arroz cáscara, arroz, Argentina.

### ABSTRACT

*Rice storage in silo bags has become an exponentially widespread activity in Argentina in the last ten years due to the increasing storage necessities originated in a growing grain production and the search for lowering infrastructure costs (Aposgran, 2005). This has been possible through the contribution of both public and private institutions working on this technique with no international experiences on rice (Casini et al., 2002; 2005). Rice characteristics distinguish this crop significantly from the handling and the results observed in other grains (Hidalgo et al., 2006a). Among several reasons, the following can be mentioned: harvest moisture contents significantly higher than for other crops, marketing standards where mechanical grain breakage is penalized, harvesting season, the typical characteristics of the grain considering it is the only extensive crop stored with its husk (Hidalgo, 2006b; 2012; Pozzolo et al., 2006). This work examines the effect of this last feature on the bagging technique. Assessments were performed of grain/husk volumetric proportion of three varieties and a hybrid. Such evaluations resulted in an average value of 55.2% difference. This finding showed that the husk (husk bulk density is 0,108 g/cm<sup>3</sup> and dehusked grain bulk density is 1,45 g/cm<sup>3</sup> (Gonzalez, 2007)) used 44.8% of the bag volume causing a considerable increase in the amount of air as compared to the bagging of other grains, in addition to other possible consequences such as compression efficiency. Significant differences among cultivars were also found. Regarding its weight, the hull occupied in average 25.12% for the four assessed cultivars, implying that only approximately 75% of the silo is occupied by grain.*

**Keywords:** Silo bag, rice hull, rice, Argentina.

### REFERENCIAS

- Aposgran, 2005. Diálogos sobre Jornatec 2005. Revista N° 92. Rosario Argentina, p 14.
- Casini, C. 2002. Guía para almacenar grano en bolsas plásticas. Información técnica Proyecto eficiencia de cosecha y postcosecha de grano. INTA Manfredi. 4 pp.
- Casini, C. y Rodríguez, J.C. 2005. Atmósfera modificada. Cit in SOJA. *Eficiencia de Cosecha y Postcosecha. Manual Técnico N°3*. Ed. M. Bragachini y C. Casini. P 219-229.
- González de la Cotera, M. 2007. Morteros Ligeros de Cáscara de Arroz. [http://www.asocem.org.pe/scmroot/bva/f\\_doc/concreto/MGC30\\_morteros\\_arroz.pdf](http://www.asocem.org.pe/scmroot/bva/f_doc/concreto/MGC30_morteros_arroz.pdf)
- Hidalgo, R.; O. Pozzolo; C. Barrionuevo; H. Ferrari; C. Curró. 2006a. Estudios de Distintos Factores Incidentes en la Calidad de Arroz (Oriza sativa) Conservado en Bolsas Plásticas. *XVII Congreso Internacional de Plásticos Para la Agricultura –Comité Internacional de Plásticos en Agricultura – (CIPA) VIII Congreso Iberoamericano –Comité Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de los Plásticos en Agricultura- (CIDAPA) I Congreso Argentino Comité Argentino de Plásticos para la Agricultura – (CAPPA) 23 – 25 de Octubre*. Buenos Aires, Argentina.
- Hidalgo, R.; Meza, H.; Pozzolo, O.; Ferrari, H.; Curró, C. 2006b. Efecto de Tornillos de Arquímedes de Embolsadoras y Extractoras en la Calidad de Arroz. *XVII Congreso Internacional de Plásticos Para la Agricultura –Comité Internacional de Plásticos en Agricultura – (CIPA) VIII Congreso Iberoamericano –Comité Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de los Plásticos en Agricultura- (CIDAPA) I Congreso Argentino Comité Argentino de Plásticos para la Agricultura – (CAPPA) 23 – 25 de Octubre*. Buenos Aires, Argentina.

Hidalgo, R.; O. Pozzolo; F. Domínguez; E. Behr; G. Botta. 2012. Incidencia del Diseño de Embolsadoras en la Calidad del Arroz Conservado en Silo Bolsa. *X Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola CLIA/CONBEA 2012* Londrina - PR, Brasil, 15 a 19 de julho 2012.

Pozzolo, O.; Hidalgo, R.; Ferrari, H.; Curró, C. 2006. Conservación de Arroz en Bolsas Plásticas a Humedad Base Cámara. *XVII Congreso Internacional de Plásticos Para la Agricultura –Comité Internacional de Plásticos en Agricultura – (CIPA) VIII Congreso Iberoamericano –Comité Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de los Plásticos en Agricultura- (CIDAPA) I Congreso Argentino Comité Argentino de Plásticos para la Agricultura – (CAPP) 23 – 25 de Octubre. Buenos Aires, Argentina.*

T5N7

# Almacenamiento de Cebada Cervecera en Silo Bolsa

## *Storage of Malting Barley in Silo Bags*

Massigoge, J.<sup>1</sup>; Ochandio, D.<sup>1</sup>; Bartosik, R.<sup>2</sup> y Cardoso, L.<sup>2</sup>

### RESUMEN

Argentina produjo 5,16 millones de tn de cebada en la campaña 2012/2013 (MinAgri, 2014). En la actualidad, es el principal productor de Sudamérica y un importante proveedor de cebada en grano y malta para la región. El almacenamiento de cebada cervecera en silos bolsas es una práctica muy utilizada en Argentina. El INTA ha realizado diversos estudios sobre este tema.

En ese sentido, Ochandio et al. (2009), con el objetivo de determinar la evolución de los parámetros de calidad más importantes de la cebada cervecera almacenada en bolsas plásticas herméticas con destino a la industria del malteado, realizaron un ensayo donde se confeccionaron 2 bolsas con cebada a 12% de humedad durante 7 y 12 meses de almacenamiento. Los resultados demostraron que la temperatura de los granos de cebada almacenados en este sistema de almacenamiento siguió la temperatura ambiental. Durante todo el periodo de almacenaje, no se observaron variaciones substanciales en el contenido de humedad, ni en el resto de los rubros de calidad importantes para la industria maltera.

Bartosik et al. (2008) sugirieron que el monitoreo de CO<sub>2</sub> puede ser usado como un indicador para anticipar problemas de descomposición de los granos almacenados en los silos bolsas.

Massigoge et al. (2010) determinaron la evolución de la calidad de la cebada cervecera almacenada en silos bolsa, y establecieron la relación entre cambios en la calidad y la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de la bolsa. En esta experiencia se almacenaron más de 10.000 tn de cebada seca en más de 50 bolsas plásticas a las que se estudió durante un periodo de almacenamiento de hasta 1 año. Los resultados demostraron que, bajo las condiciones en que se desarrolló esta experiencia, fue posible almacenar cebada cervecera seca destinada a la industria maltera en silos bolsas sin pérdidas de calidad. Resultados similares obtuvieron Cardoso et al. (2010) en 2 silo bolsas de cebada con menos de 12 % de humedad durante 5 meses.

Bartosik et al. (2013) cuantificaron el efecto del contenido de humedad de almacenamiento en la germinación de la cebada, y determinaron su correlación con la concentración de CO<sub>2</sub>, como un indicador de riesgo de almacenamiento. Las pruebas fueron realizadas en 2 silos bolsa que contenían cebada con un contenido de humedad entre 13 y 18%. Según este trabajo, para los valores de temperatura registrados en el verano en Argentina, no es seguro almacenar cebada cervecera con una humedad superior al 14%. Con un contenido de humedad menor al 14%, la cebada puede ser almacenada en bolsas plásticas, al menos

<sup>1</sup>EEAI Barrow. <sup>2</sup>EEA Balcarce. \*CC: 50 Tres Arroyos (CP 7500) Tres Arroyos \*e-mail: massigoge.jose@inta.gov.ar

por 5 meses, sin afectar la germinación. Además, la medición de CO<sub>2</sub> resultó ser un indicador efectivo para detectar el riesgo de descomposición del grano.

**Palabras claves:** almacenaje de granos, bolsa plástica hermética, cebada cervecera, CO<sub>2</sub>, industria maltera, Argentina.

## ABSTRACT

*Argentina produced 5.16 million tons of barley in 2012/2013 (MinAgri, 2014). It is currently the main producer in South America as well as an important regional supplier for barley grains and malt. The storage of malting barley in silo bags is a widely spread practice in Argentina. Several studies on this field have been conducted by INTA.*

*In that regard and with the purpose of determining the evolution of the most important quality parameters of malting barley stored in air-tight silo bags destined to the malting industry, Ochandio et al. (2009) conducted a test with 2 bags of barley at 12% moisture stored for 7 to 12 months. Results showed that the temperature of the barley grains stored in silo bags followed the ambient temperature. During the entire storage time, no substantial variations in moisture content or in other important parameters for the malting industry were observed.*

*Bartosik et al. (2008) suggested that CO<sub>2</sub> monitoring can be used as an indicator to foresee decomposition problems of grains stored in silo bags.*

*Massigoge et al. (2010) determined the quality evolution of malting barley stored in silo bags, and established a relationship between quality changes and CO<sub>2</sub> concentration inside the bag. In this study, more than 10,000 tons of dry barley were stored in more than 50 plastic bags for a storage period of up to a year. Results showed that, under the conditions this study was conducted, dry malting barley destined to the malting industry can be stored in silo bags with no quality loss. Similar results were obtained by Cardoso et al. (2010) who conducted a test in 2 silo bags of barley containing less than 12% moisture for 5 months.*

*Bartosik et al. (2013) quantified the effect of moisture content on barley germination and determined its correlation with CO<sub>2</sub> concentration, as an indicator of storage risk. Tests were carried out in two silo bags containing barley with moisture content between 13 and 18%. According to this work, due to the temperature pattern during the summer in Argentina, the storage of malting barley at moisture content of 14% or higher is not safe. Barley at 14% moisture content or less can be stored in plastic bags for at least 5 months with no effect on seed germination. In addition, CO<sub>2</sub> measurements were an effective indicator to determine grain decomposition risks.*

**Keywords:** Grain Storage, Air-tight Plastic Bag, Malting Barley, CO<sub>2</sub>, Malting Industry, Argentina.

## REFERENCIAS

Bartosik, R., Cardoso, L. & Rodríguez, J. 2008. Early detection of spoiled grain stored in hermetic plastic bags (Silo bags) using CO<sub>2</sub> monitoring. En: Guo, D L, Navarro S, Jian Y, Cheng T, Zuxun J, Yue L, Yang L, Haipeng W. (eds). Proceedings of the 8th International Conference on Controlled Atmospheres and Fumigation in Stored Products, 21-26 de septiembre, Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, pp. 550-554.

Bartosik R., Ochandio, D., Cardoso L., Massigoge, J. 2013. Almacenamiento en silo bolsas de cebada cervecera con diferentes contenidos de humedad. Actas del II Congreso Internacional de Plásticos Agrícolas del 23 al 25 de Septiembre de 2013, Tucumán, Argentina.

Cardoso, L., Ochandio, D., de la Torre, D., Bartosik, R. and Rodriguez, J. 2010. Storage of quality malting barley in hermetic plastic bags. Proceedings of the International Working Conference on Stored Product Protection, June 27-July 2, Estoril, Portugal.

Massigoge, J., Bartosik, R., Rodríguez, J., Cardoso, L. y Ochandio, D. 2010. Almacenamiento de cebada cervecera en silos bolsa. Actas del Congreso CLIA-CONBEA 2010, 25 al 29 de Julio del 2010, Vitoria, ES, Brasil.

MinAgri (2014). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. Disponible en: <http://www.siaa.gov.ar/series>

Ochandio, D., Rodríguez, J., Rada, E., Cardoso, L. y Bartosik, R. 2009. Almacenamiento de cebada cervecera en bolsas plásticas herméticas. Actas del X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR, 1-4 de Septiembre, Rosario, Argentina, pp. 238

# Almacenamiento Hermético in Vitro de Granos de Avena, Colza, Girasol, Maíz, Soja y Sorgo

## *Air-tight In Vitro Storage of Oats, Rape Seeds, Sunflower, Corn, Soybeans and Sorghum.*

Ochandio, Dario <sup>1</sup>; Massigoge, Jose Ignacio<sup>1</sup>

### RESUMEN

Argentina almacena gran parte de su producción granaria en silo bolsas (sistema de almacenamiento hermético). En el año 2012 la producción total de granos fue de 91 millones de toneladas, y alrededor del 30-35% se almacenó en bolsas plásticas herméticas (generando una atmosfera modificada).

Hubo trabajos previos que han determinado la tasa de respiración de diferentes granos. Sin embargo, no hay información suficiente en la literatura para determinar si, dentro de una misma especie de grano, hay variabilidad en la tasa de respiración.

El objetivo es este trabajo fué determinar si existe diferencia en la respiración de los distintos cultivares de avena, colza, girasol, maíz, soja y sorgo expuestos a la misma temperatura y almacenados a humedad de comercialización, y determinar si durante el periodo de almacenaje se modifican los parámetros bioquímicos de los granos.

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Integrada Barrow del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Se utilizaron granos de avena, colza, girasol, maíz, soja y sorgo cosechados durante la campaña 2013. Para cada uno de los granos se utilizaron 3 materiales genéticos diferentes. Se acondicionaron los granos a humedades de recibo, según las normas de comercialización. Se prepararon jarras herméticas de vidrio (volumen de 0,660 l) con 300 g de avena, 400 g de colza, 300 g de girasol, 450 g de maíz, 450 g de soja y 450g de sorgo. Cada una de las jarras se las expuso a 30°C en cámara durante un período de 200 días, donde se midió la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) cada 20 días. Además, a cada uno de los materiales genéticos, se le midió proteína bruta (PB), almidón, extracto etéreo (EE) y carbohidratos solubles en agua (CSA) al inicio y al final del ensayo.

La evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> no fue sustancialmente diferente entre cultivares (entre 1 y 2 puntos porcentuales) para soja, sorgo, maíz, avena y colza, lo cual indicaría que la tasa respiratoria no tiene una gran variabilidad entre los cultivares evaluados. Por el contrario, para el caso del girasol, se encontraron diferencias de hasta 20 puntos porcentuales, lo cual indica que hubo diferencias importantes en la tasa respiratoria.

La PB promedio aumentó al final del periodo de almacenaje para colza, maíz sorgo y soja, y disminuyó para avena y girasol. El almidón promedio disminuyó al final del periodo para maíz, sorgo y soja, sin embargo aumentó para avena. El EE promedio disminuyó en colza y soja, se mantuvo constante en girasol y aumentó en avena, maíz y sorgo. Los CSA promedio disminuyeron en todos los granos evaluados.

**Key Words:** almacenamiento hermético, respiración, variedad de granos, calidad

<sup>1</sup>INTA EEAI Barrow. \* CC 50 (CP 7500) Ruta 3 Km 487, Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina \* e-mail: ochandio.dario@inta.gob.ar



## ABSTRACT

Argentina stores a large amount of its grain production in silo bags (air-tight storage method). In 2012, the total grain production was of 91 million tons, and approximately 30-35% was stored in air-tight plastic bags (modified atmosphere).

Previous studies have determined the respiration rate of different grains. Nevertheless, there is not enough information available regarding the variability in the respiration rate in the same grain species.

The purpose of this work has been to determine if there is any difference in the respiration of various cultivars such as oats, rape, sunflower, corn, soybeans and sorghum exposed to the same temperature and at the marketing moisture content, and to establish if the biochemical parameters in grains were modified during the storage period.

The test was performed at the Integrated Agricultural Experimental Station (Barrow) of the National Institute for Agricultural Technology (INTA) in the southeast of Buenos Aires province. Oats, rape seeds, sunflower, corn, soybeans and sorghum grains harvested during the 2013 campaign were used. Three different genetic materials were used for each grain. Grains moisture content was conditioned in accordance with marketing regulations. Glass air-tight jars (volume of 0.660 l) with 300 grams of oats, 400 grams of rape seeds, 300 grams of sunflower, 450 grams of corn, 450 grams of soybeans and 450 grams of sorghum were prepared. Each of the jars was placed in a chamber at 30°C for 200 days, and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration was measured every 20 days. In addition, the raw protein (RP), starch, ether extract (EE) and water-soluble carbohydrates (WSC) of each genetic material were measured at the beginning and at the end of the test.

CO<sub>2</sub> concentration evolution was not substantially different between cultivars (between 1 and 2 percentage points) for soybeans, sorghum, corn, oats and rape seeds, which indicates there is no significant variability in the respiration rate among the assessed cultivars. On the contrary, in the case of sunflower grains, up to 20 percentage point differences were found, which shows a remarkable difference in the respiration rate.

The average RP increased at the end of the storage period for rape seeds, corn, sorghum and soybeans and decreased for oats and sunflower. The average starch decreased at the end of the storage period for corn, sorghum and soybeans, but it increased for oats. The average EE decreased in rapeseed and soybean, it remained constant in sunflower and rose in oats, corn and sorghum. The average WCS grains decreased in all seeds evaluated.

**Keywords:** hermetic storage, respiration, grain variety, quality.

T5N9

# Pruebas Preliminares de Metodologías para Aumentar el Tiempo de Conservación de Arroz Húmedo en Silo bolsa

## Preliminary Tests of Methodologies to Increase Storage Time of Moist Rice in Silo Bags

Ferrari, H.<sup>1,2</sup>; Ferrari, M.C.<sup>1</sup> y Aroztegui, S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.N.T.A. – Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay. <sup>2</sup> Universidad de Concepción del Uruguay (UCU) – Facultad de Ciencias Agrarias. Ruta 39 Km 143,5 - C. del Uruguay (3260), Entre Ríos, Argentina. e-mail: ferrari.hernan@inta.gov.ar

## RESUMEN

En Argentina la humedad promedio de cosecha de arroz ronda el 24 %, la cual dista mucho de la humedad segura de conservación (Ferrari, et al., 2011). La utilización de la tecnología de almacenamiento de granos en sistemas herméticos del tipo silo bolsa implica que, en el caso del arroz, éste no se pueda conservar con humedad de grano superior al 20%, por más de 40 días (Hidalgo, et al., 2009). Esto se debe a que al superar ese período comienzan a acentuarse los fenómenos degradativos de acción fúngica y microbiana, afectando drásticamente los niveles de calidad y quedando fuera de los parámetros de comercialización aceptados internacionalmente.

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar de manera preliminar alternativas que permitan prolongar la conservación del arroz húmedo en silo bolsa.

Los tratamientos evaluados fueron 3: T1: Testigo, arroz húmedo almacenado en ambiente hermético. T2: arroz húmedo sometido a ozonización antes del ingreso al contenedor; y T3: arroz húmedo sometido a vacío dentro del contenedor. Por cada tratamiento se efectuaron 3 repeticiones. Para determinar el tiempo límite de conservación del grano dentro del contenedor se utilizó como variable testigo el porcentaje de granos manchado siendo el límite de permanencia 0,5%, el cual refiere a la tolerancia de recibo. Para la evaluación se utilizó arroz cáscara, Variedad Puitá, con 24% de humedad. Como medio de almacenamiento hermético se usaron contenedores de 20 lts de plástico con cierre hermético. Para la producción de ozono se utilizó un ozonizador de doble electrodo de 20 Watts/hora con forzador de aire que se exponía sobre el descenso del grano. El caudal de grano que chocaba sobre la corriente ozonizada rondaba 1 Kg/min. El vacío (ambiente de presión negativa) se generó con una bomba de vacío de 60 Lts/min y se ejerció el vacío hasta alcanzar la presión de -1 atmósfera dentro del contenedor.

Los resultados arrojaron que el testigo duró 27 días y aparecieron signos de deterioro. Mientras que para T2 la duración fue de 93 días y para T3 de 38 días. El tratamiento con ozono (T2) fue el que mejor resultado arrojó, permitiendo, en estas condiciones, prolongar la conservación de arroz húmedo en silo bolsa más de tres veces en el tiempo.

**Palabras claves:** Conservación, arroz, húmedo, ozono, vacío, Argentina.

## ABSTRACT

*In Argentina, the average rice grain moisture at harvest time is about 24%, which is significantly higher than that for safe storage (Ferrari et al., 2011). The implementation of technology for grain storage in silo bag (type of air-tight systems) implies that rice cannot be stored with grain moisture higher than 20% for more than 40 days (Hidalgo et al., 2009). This is due to the fact that beyond such period, degradation phenomena of fungal and microbial action show an increase, quality levels are drastically affected and, as a result, rice does not meet internationally approved marketing parameters.*

*The purpose of this work was to evaluate on a preliminary basis, alternative methods to lengthen the storage time of moist rice in silo bags.*

*Three treatments were evaluated: T1: Control treatment, moist rice stored in air-tight environment; T2: moist rice which underwent an ozonation process before it was placed in the container; and T3: moist rice in a vacuum container. For each treatment three replicates were considered. In order to determine the allowable storage time for each treatment, the percentage of stained grains was used as control treatment variable, with a limit of 0.5%, which refers to the market tolerance. Paddy rice, Puitá variety, with a moisture content of 24% was used for the evaluation. Plastic containers with a 20 liter capacity and air-tight sealing were used as air-tight storage medium. An ozonator with a dual electrode of 20 Watts/hour with a fan forcing the ozonated air through the grainflow was used. The flow of grain that collided with the ozonated airflow was about 1 Kg/min. Vacuum (negative pressure environment) was generated with a 60 Lts/min vacuum pump and vacuum was exerted until a -1 atmospheric pressure was reached inside the container.*

Results showed that the control treatment lasted 27 days and signs of deterioration were visible. T2 lasted 93 days and T3 lasted 38 days. Ozone treatment (T2) has contributed the best results, and it allowed, under the given conditions, to lengthen the storage period of moist rice in silo bag more than three times over time.

**Keywords:** Storage, Rice, Moist, Ozone, Vacuum, Argentina.

## REFERENCIAS

Hidalgo, R., O. Pozzolo, C. Barrionuevo, H. Ferrari y C. Curro. 2009. Estudios de distintos factores incidentes en la calidad de arroz conservado en bolsas plásticas. *Almacenamiento de Granos en Bolsas Plásticas*. I.S.S.N. 1667-9199: 79-85.

Ferrari, H., M. C. Ferrari. 2011. Cosecha de arroz a punto. *Manual Técnico* N° 24 INTA.: 01-17.

T5N10

# Secado de Granos de Maíz a Baja Temperatura con Aireación, Almacenado en Bolsas Plásticas

## *Corn Grain Stored in Plastic Bags and Drying at Low Temperature through Ventilation*

Cristiano Casini<sup>1</sup>; Ricardo Heriberto Accietto<sup>2</sup> y Diego Mauricio Santa Juliana<sup>1</sup>

## RESUMEN

En las últimas campañas Argentina produjo entre 89 y 95 millones de toneladas de cereales y oleaginosas, de las cuales entre 40 y 43 millones se almacenaron en bolsas plásticas. Se estima que de esas bolsas un alto porcentaje presenta algún tipo de inconveniente en la calidad de los granos debido a fallas en el empleo de la tecnología. Dentro de los problemas más importantes se encuentra el almacenamiento de granos con un contenido de humedad superior al establecido para un almacenamiento seguro.

El objetivo de este trabajo es desarrollar y probar un sistema práctico y viable para reducir los niveles de humedad de granos almacenados en bolsas plásticas en 1 a 2 puntos, en un lapso corto de tiempo donde no se vea comprometida la calidad de los granos.

Se almacenó maíz con alto contenido de humedad en bolsa plástica a la cual se le aplicó un sistema de aireación para secar los granos con altos caudales de aire a temperatura ambiente.

Se tomaron muestras en diversos puntos a lo largo de la bolsa, en sus laterales y a diferentes profundidades dentro de la masa del granel, sobre esas muestras se determinó el contenido de humedad de los granos y peso hectolítrico, detectándose una baja en los valores de humedad y leves incrementos en el peso hectolítrico.

**Palabras claves:** Silo bolsa; granos húmedos, secado a baja temperatura, aireación, Argentina.

<sup>1</sup> INTA EEA Manfredi. <sup>2</sup> FCA – UNC. INTA, Ruta Nac. 9, Km 636, 5988 Manfredi, Córdoba, Argentina. e-mail: ccasini1@yahoo.com.ar



**ABSTRACT**

*In the last years Argentina has produced between 89 and 95 million tons of cereals and oilseeds, and 40 to 43 million were stored in plastic bags. Calculations have shown that a percentage of the grains stored in those bags have some quality problems due to failures in the use of technology. Among the most relevant problems is the storage of grains with moisture contents higher than the standard level for safe storage.*

*The purpose of this work is to develop and test a practical and feasible system to reduce grain moisture levels of grains stored in plastic bags in one or two points, over a short period of time so that grain quality is not compromised.*

*Corn with high moisture content was stored in a plastic bag where a ventilation system with high air volumes was used to dry the grains at ambient temperature.*

*Grain samples were taken at different locations along the bag, from the sides and at various depths inside the bulk mass. The grain moisture content and test weight of those samples were determined and as a result, a decrease in humidity values and slight increments in the test weight were detected.*

**Keywords:** Silo bag; Moist Grains, Drying at Low Temperature, Ventilation, Argentina.

T5N11

# Estudio del Efecto de la Media Sombra Sobre la Calidad de Semilla de Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) Almacenada en Bolsas Plásticas

## Effect of the Shade Mesh on the Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Seed Quality Stored in Silo Bag

Gustavo Clemente<sup>1</sup>; Beatriz Peppi<sup>2</sup>; Cristiano Casini<sup>3</sup>; Marcelo Pagliero<sup>4</sup> y Diego Mauricio Santa Juliana<sup>3</sup>

**ABSTRACT**

La difusión del almacenamiento de granos de cereales y oleaginosas en bolsas plásticas en Argentina ha sido constante en estos últimos años, almacenándose aproximadamente unas 40 millones de toneladas durante las últimas campañas agrícolas. La expansión de este tipo de almacenamiento principalmente se concretó a nivel de productor agropecuario, luego llegó a las cooperativas, acopios e industrias. Posteriormente, varios semilleros productores de semillas de alta calidad comenzaron a utilizar este tipo de almacenamiento con diversos resultados, quedando sin respuesta una serie de problemas específicos.

Por tal motivo se estableció como objetivo de este trabajo estudiar el efecto de la media sombra sobre la calidad de la semilla de soja almacenada en bolsas plásticas, comparando diferentes cultivares y humedades de la semilla.

Se utilizaron varios cultivares de soja, con humedades de semilla del 10,8% (secas) y 15,7 % (húmedas). En el mes de julio se colocaron las medias sombras en forma longitudinal sobre la mitad de las bolsas. Se fueron tomando muestras en la parte superior, media e inferior de la bolsa, en el sector cubierto y en el descubierto, cada 60 días hasta el mes de Diciembre del mismo año.

<sup>1</sup>U.N. Villa María Entre Ríos 1431 (5900) Villa María, Córdoba, Argentina. Tel. +54 (0353) 4539110/111/195. e-mail: gusclem@arnet.com.ar. <sup>2</sup>FCA-UNC. Av. Valparaíso y Rogelio Martínez (5000) Córdoba, Argentina. Tel. +54 (0351) 433-4103. e-mail: gestar@cibergamo.com. <sup>3</sup>INTA EEA Manfredi Ruta Nac. 9 km. 636 (5988) Manfredi, Córdoba, Argentina. Tel. +54 (03572) 493039/53/58. e-mail: santajuliana.diego@inta.gob.ar; ccasin1@yahoo.com.ar. <sup>4</sup>Asesor Privado. Av. Presidente Perón 1775 (5900) Villa María, Córdoba, Argentina. Tel. +54 (0353) 4527967. e-mail: marpagliero@hotmail.com

La media sombra fue efectiva para mantener la calidad de la semilla almacenada húmeda hasta el mes de Octubre, sin variar su poder germinativo (PG). También fue superior en calidad la semilla bajo sombra en el mes de diciembre, pero su PG disminuyó al 80%, mientras que la expuesta al aire libre apenas alcanzó el 60%. En la semilla seca no hubo diferencias significativas comparando la calidad de la semilla bajo la media sombra con la semilla almacenada en silo bolsa sin cobertura de media sombra.

**Palabras claves:** Silo bolsa; media sombra; semilla de soja; calidad, Argentina

### ABSTRACT

*The dissemination of cereal grain and oilseed storage in plastic bags in Argentina has spread widely in the last years. In the last agricultural campaigns, approximately 40 million tons of different grains were stored in silo bags. The growth of this kind of storage was mainly spurred by farmers, and later by agricultural cooperatives, commercial elevators and industries. Subsequently, various seed companies started to use this type of storage with diverse results, but many specific problems remained unsolved.*

*For this reason, the purpose of this work was to study the effect of setting up a shade mesh on top of the silo bag on the quality of soybeans, and to compare different cultivars and grain moisture.*

*Various soybean cultivars were used, of 10.8% (dry) and 15.7% (moist) grain moisture content. In July, shade mesh were placed lengthwise over half of the bags. Every 60 days until December of the same year, samples were taken from the entire profile of the silo bag (top, middle and bottom sections) of the bag located under the shade mesh and also from the bag with no shade mesh cover.*

*The shade mesh proved to be effective to maintain the quality of the moist grain until October, with no deterioration of the germination test (GT). Seeds under the shade mesh showed a better quality in December, but their GT lowered to 80%, while seeds stored in silo bags without cover only reached 60%. Dry seeds stored with and without shade mesh showed no significant GT difference.*

**Keywords:** Silo Bag, Shade Mesh, Soybean seed, Quality, Argentina

T5N12

# Almacenaje de Girasol con Diferentes Contenidos de Humedad en Silo Bolsa

## Storage of Sunflower in Silo Bags with Different Moisture Contents

Leandro Cardoso<sup>1</sup>, Darío Ochandío<sup>2</sup>, José Massigoge<sup>2</sup>, Natalia Izquierdo<sup>3,4</sup>, Raúl González Belo<sup>3,4</sup> y Ricardo Bartosik<sup>1,4</sup>

### RESUMEN

Argentina produjo 3,1 millones t de girasol durante el 2012 (SIIA, 2013) y es el 3<sup>er</sup> exportador mundial de harinas y aceites de esta oleaginosa (Andreani, 2013). Durante el almacenaje es posible que procesos de deterioro, como la acidificación de la materia grasa, disminuyan la calidad industrial de los granos. Las referencias acerca de conservación de girasol en silo bolsa son escasas (Bartosik et al., 2008) y no

<sup>1</sup>EEA INTA Ruta Nacional 226 Km. 73,5, Balcarce (Buenos Aires), Argentina. <sup>2</sup>EEAI (INTA-MAA) Barrow, Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina. <sup>3</sup>Lab. de Fisiología Vegetal Fac. de Cs Agrarias (UNMdP), Balcarce, Buenos Aires, Argentina. <sup>4</sup>CONICET. e-mail: cardoso.marcelo@inta.gob.ar

incluyen un rango de humedad de almacenaje entre 11% (base de comercialización) y 14% (la tolerancia de comercialización).

La medición del CO<sub>2</sub> generado en la bolsa, producto de la respiración del granel, se utiliza como una herramienta para inferir problemas en la conservación en la calidad de diferentes tipos de granos (Bartosik et al., 2012). Estudios que establezcan la relación (tipo y grado) entre la actividad biológica, medida como concentración de CO<sub>2</sub>, y el riesgo de deterioro de girasol almacenado en silo bolsa serían de utilidad para el uso de esta herramienta.

El objetivo del este estudio fue cuantificar la evolución de parámetros de calidad industrial de girasol almacenado con diferentes contenidos de humedad y determinar su relación con la concentración de CO<sub>2</sub> en el silo bolsa.

El ensayo se llevó a cabo en 10 silo bolsas de girasol (capacidades de entre 40 y 100 t) ubicados en diferentes establecimientos rurales del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. El ensayo comenzó en marzo del 2012 y su duración varió entre 45 y 135 días, (sujeito a permanencia de los silo bolsas en campo). En cada silo bolsa se determinaron 3 sitios de muestreo, donde se tomaron muestras de grano con un calador sonda al inicio del ensayo (hasta 15 días desde el embolsado, el 100% de las bolsas), a los 45 días (en el 100% de los silo bolsas), 90 días (70% de los silo bolsas) y 135 días (30% de los silo bolsas). En cada momento de muestreo también se midió la temperatura del grano, mediante inserción en diagonal hacia la base y centro de la bolsa de una lanza con termocuplas a los 0,1, 0,7 y 1,4 m de longitud, y concentración de CO<sub>2</sub> (Analizador Silcheck, Argentina).

Las muestras obtenidas en cada momento de muestreo fueron fraccionadas y remitidas a diferentes laboratorios para análisis de humedad (Gac 2100, Dickey-John; Laboratorio de Poscosecha INTA Balcarce) y acidez de la materia grasa (Laboratorio de Calidad de Granos y Aceites INTA Balcarce). El contenido de materia grasa (Resonancia Magnética de Nuclear, Bruker mq 10, Alemania; Laboratorio de Calidad Industrial de Granos, EEAI Barrow) se determinó en las muestras del primer y último momento de muestreo. Los resultados se analizaron mediante modelos de regresión lineal simple y múltiple y métodos descriptivos (medidas de posición y dispersión).

En general los valores máximos de temperatura del grano se presentaron al inicio del ensayo y no superaron los 18°C. En los meses subsiguientes se observó que la temperatura se mantuvo estable e incluso en algunos casos disminuyó.

La humedad varió entre 6,5 y 12,3%. Los resultados de la regresión múltiple indican que existió una estratificación de la humedad en el sector superior del silo bolsa, y que la estratificación está relacionada con las mayores humedades de almacenaje ( $\alpha=0,05$ ), no así con el tiempo de almacenaje. Existe una alta relación entre los mayores valores de acidez con las mayores humedades de almacenaje ( $\alpha=0,05$ ), y en menor medida con el mayor tiempo de almacenaje. Un similar comportamiento se estableció entre la concentración de CO<sub>2</sub>, la humedad y tiempo de almacenaje. Se estableció una relación lineal altamente significativa entre la concentración de CO<sub>2</sub> y el grado de acidez del girasol almacenado ( $r=0,59$ ).

El porcentaje de materia grasa (rango entre 42,6 y 56,9%) se mantuvo estable durante todo el ensayo, independientemente de la humedad del grano y el tiempo de almacenaje estudiado.

Los resultados obtenidos confirman que para minimizar el riesgo de acidificación de la materia grasa en girasol y otros efectos indeseables como la estratificación superficial de humedad es conveniente almacenar girasol seco. Un incremento en los valores de CO<sub>2</sub> en el silo bolsa indica un mayor riesgo de pérdida de calidad.

**Palabras claves:** conservación, calidad, dióxido de carbono, acidez de materia grasa, Argentina.

## ABSTRACT

*Argentina produced 3.1 million tons of sunflower in 2012 (SIIA, 2013) and became the third worldwide largest exporter of meals and oils produced from this oilseed (Andreani, 2013). During storage time, deterioration processes such as fat acidification can deteriorate the industrial quality of grains. Information about sunflower preservation in silo bags is insufficient (Bartosik, et al., 2008), specially for the moisture content range between 11% (marketing standard) and 14% (marketing tolerance).*

The measurement of the CO<sub>2</sub> concentration inside the bag produced by bulk respiration is used as a tool to infer storage problems related to quality deterioration of different types of grains (Bartosik et al., 2012). Studies to determine the relationship (type and degree) between biological activity, measured as CO<sub>2</sub> concentration, and deterioration risk of sunflower stored in silo bags would be of great value.

The purpose of this study was to quantify the evolution of industrial quality parameters of stored sunflower with different moisture contents and to determine its relationship with CO<sub>2</sub> concentration in the silo bag.

The test was conducted with 10 sunflower silo bags (40 to 100 ton capacity) located in different rural areas in the southeast of Buenos Aires Province, Argentina. The tests started in March, 2012 and lasted between 45 and 135 days (depending on the time span the bags remained in the field). Three sampling sites were determined for each silo bag from where grain samples were taken with a grain probe at the beginning of the test (up to 15 days after bagging, 100% of the silo bags), after 45 days (100% of the silo bags), after 90 days (70% of the silo bags) and after 135 days (30% of the silo bags). At each sampling time, grain temperature was also measured using a wood stick with thermocouples (at 0.1, 0.7 and 1.4 m) inserted diagonally towards the center and base of the bag. In addition, CO<sub>2</sub> concentration was also measured (Sil-check Analyzer, Argentina).

The samples obtained at each sampling time were split and taken to different laboratories for moisture content determination (Gac 2100, Dickey-John; Post-harvest Laboratory, INTA, Balcarce) and fat acidity analysis (Grain and Oil Quality Laboratory, INTA, Balcarce). The fat content (Nuclear Magnetic Resonance Imaging, Bruker mq 10, Germany; Laboratory for Industrial Quality of Grains, EEAI Barrow) from the first and last samples was determined. Results were analyzed using simple and multiple linear regression models and descriptive methods (measures of position and dispersion).

Overall, the highest grain temperature was recorded at the beginning of the test and was not higher than 18°C. In the subsequent months, the temperature was stable and in some cases it decreased.

Sunflower moisture content at different sampling sites of the silo bags varied between 6.5 and 12.3%. The multiple regression results show that there was moist stratification at the top of the bag, and that stratification was positively correlated with moisture content ( $\alpha=0.05$ ), and not to the storage time.

There is a positive relationship between the highest acidity values with the highest storage moisture ( $\alpha=0.05$ ), and to a lesser extent with the length of storage period. A similar relationship was observed between CO<sub>2</sub> concentration, moisture and storage time. A highly significant linear relationship was observed between CO<sub>2</sub> concentration and acidity level of stored sunflower ( $r=0.59$ ).

The fat percentage (range between 42.6 and 56.9%) remained stable during the test, regardless of the grain moisture content and the storage period studied.

The findings confirm that dry grain storage minimizes fat acidification risks in sunflower and other undesirable effects such as superficial moisture deposition. The increase of CO<sub>2</sub> in the silo bag indicated a higher risk of quality loss.

**Keywords:** Preservation, Quality, Carbon Dioxide, Fat Acidity.

## REFERENCIAS

- Andreani, P. 2013. Girasol, ante una nueva oportunidad. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1589403-el-girasol-ante-una-nueva-oportunidad>. Accedido en mayo del 2014.
- Bartosik, R., Rodriguez, J. y Cardoso, L. 2008. Storage of corn, wheat soybean and sunflower in hermetic plastic bags. International Grain Quality and Technology Congress, Julio del 2008, Chicago, EEUU.
- Bartosik, R., Ochandio, D., Cardoso, L. y de la Torre, D. 2012. Storage of malting barley with different moisture contents in hermetic plastic bags (silo bags). Proceeding CAF 2012 9th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 15 al 19 de Octubre, Antalya, Turquía, pp. 549-553.
- SIIA (Sistema Integrado de Información Agropecuaria). 2013. Producción de girasol, total país serie 2011-2012. Disponible en: <http://www.siiia.gob.ar/series>. Accedido en Mayo del 2014.

# Evaluación de la Calidad del Maíz Almacenado en Silo Bolsa

## *Quality Evaluation of Corn Stored in Silo Bag*

Solenir Ruffato<sup>1</sup>; Camila Taffare<sup>2</sup>; Solange Maria Bonaldo<sup>1</sup>

### RESUMEN

A pesar de ser uno de los productos agrícolas más importante, el maíz producido en el estado de Mato Grosso en Brasil ha sido almacenado al aire libre debido a que no hay lugar suficiente en los depósitos y a que su disposición en el momento de la cosecha no resulta atractivo por la escasa rentabilidad. Por lo tanto, es necesario considerar alternativas para evitar su almacenamiento al aire libre en las próximas temporadas de cosecha. Una de las alternativas es el almacenamiento en silos bolsa donde se embute el producto y se almacena en condiciones herméticas. En la búsqueda de información sobre la eficiencia de este tipo de almacenamiento, este trabajo tiene el propósito de evaluar y comparar la calidad del maíz almacenado en silos bolsa y en silos metálicos. Se evaluaron parámetros físicos, fisiológicos (contenido de humedad y germinación) y químicos (proteínas brutas, aceites y carbohidratos). Se realizaron análisis cada 23 días, durante 151 días de almacenamiento. Los resultados mostraron que el producto almacenado en silos metálicos fue más susceptible a disminuir su calidad. Se registraron variaciones significativas en parámetros tales como el contenido de agua, proteínas, cenizas y carbohidratos en ambos sistemas de almacenamiento. Sin embargo, el poder germinativo y contenido de aceite de los granos mostraron escasa variación. El contenido de humedad del maíz almacenado en silos bolsa mostró reducciones en el orden de 1,68% comparado con 4,85% en silos metálicos.

**Palabras clave:** contenido de humedad, propiedades químicas, estructura de almacenamiento, Brasil.

### ABSTRACT

*Despite being one of the most important agricultural products, corn produced in the state of Mato Grosso - Brazil has been stored in open air, because there is no space in warehouses and their disposal at the time of harvest is not attractive for the low profitability. Therefore, it is necessary to consider viable alternatives to prevent it in the coming seasons. One alternative is the storage in silo bags, where the product is inserted, being stored in airtight conditions. Looking for information about the efficiency of this type of storage, the aim of this study was to evaluate and compare the quality of stored maize in silo bags and metallic silo. Physical, physiological (water content and germination) and chemical (crude protein, oils and carbohydrates) parameters were evaluated. Analyses were performed every 23 days, during 151 days of storage. The results showed that the product stored in metal silo was more susceptible to quality decreases. There was significant variation in parameters such as, moisture content, protein content, ash content and carbohydrates in both storage systems. However, the germination test and oil content of the grain showed little variation. The moisture content of corn stored in the silo bag showed reductions in the order of 1.68% against 4.85% of metallic silo.*

**Keywords:** moisture content, chemical properties, structure of storage, Brazil.

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrarias y Ambientales, UFMT, Sinop, MT, BR. Av. Alexandre Ferronato, nº. 1.200, Reserva 35 - Distrito Industrial, SINOP - MT - BR - CEP: 78.557.267. - e-mail: soleruffato@gmail.com <sup>2</sup>Engenharia Agrícola e Ambiental. e-mail: camilataffare@hotmail.com



T5N14

# Temperatura y Humedad de Equilibrio de la Masa de Granos de Maíz Almacenados en Silo Bolsas

## *Temperature and Equilibrium Moisture of the Mass of Corn Grains Stored in Silo Bag*

Solenir Ruffato<sup>1</sup>; Camila Taffarel<sup>2</sup>; Rodrigo S. Zandonadi<sup>3</sup>; Roberta M. Nogueira<sup>4</sup>; Mary-Grace Danao<sup>5</sup>

### RESUMEN

A Debido a cambios climáticos, cambios de temperatura ambiente favorecen la formación de gradientes de temperatura en la masa de granos almacenados. En este estudio se midió la temperatura de la masa de maíz durante el almacenamiento en silos bolsa. En un silo bolsa de 6,0 m de largo y 1,5 m de alto se colocaron nueve termocuplas, las cuales se conectaron a un sistema de recolección de datos. El producto se almacenó por un período de 151 días. Se tomaron muestras para evaluar la humedad de los granos en forma periódica. También se monitorearon las condiciones del ambiente (temperatura y humedad relativa). Se observó que independientemente de la variación de la temperatura externa, la temperatura de la masa de granos se mantuvo constante durante todo el período. A través de ecuaciones empíricas y de condiciones del medio ambiente se estimó el contenido de humedad de equilibrio del grano, y se concluyó que si se sometía al producto a aireación (práctica corriente en el almacenamiento en silos metálicos), la posibilidad de reducir los niveles de humedad por debajo del 10% sería significativas.

**Palabras claves:** Almacenamiento, contenido de humedad de equilibrio, pérdida de masa, Brasil.

### ABSTRACT

*Due to climate changes, temperature changes contributed to formation of temperature gradients in a mass of stored grains. In this study, the monitoring of the corn mass temperature was performed during storage in silo bag. A silo bag with 6.0 m long and 1.5 m high was instrumented with thermocouples (nine points). The thermocouples were connected to a data logger. The product was stored for a period of 151 days. Periodically samples were collected to evaluate the grain moisture content, and the ambient conditions (temperature and relative humidity) were also monitored. It was observed that, regardless the variation of the external temperature, the temperature of the grain mass remained constant throughout the storage period. Through empirical equations, and taking into account the environmental conditions, the equilibrium moisture content of the stored grain was estimated. It was found that if the product were subjected to aeration (i.e. common practice during storage in metal bins), the possibility of reducing moisture levels below 10% would be significant.*

**Keywords:** Storage, equilibrium moisture content, mass loss, Brazil.

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMT, Sinop, MT, BR. Av. Alexandre Ferronato, nº. 1.200, Reserva 35 - Distrito Industrial, SINOP - MT - BR - CEP: 78.557.267. - e-mail: soleruffato@gmail.com <sup>2</sup>Engenharia Agrícola e Ambiental. e-mail: camilataffarel@hotmail.com <sup>3</sup>Dep. of Agric. and Biological Engineering. Urbana, Illinois - USA

TEMA 6

# Modelado del ambiente de almacenamiento en silo bolsa y la calidad del grano

*Modelling of grain storage  
and grain quality*





# Modelización de Ecosistemas de Granos Almacenados en Silos Bolsa

## *Modelling Ecosystem of Grain Bulks Stored in Silo Bags*

Arias Barreto, A.<sup>1,2</sup>, Abalone R.<sup>1,2</sup>, Gastón, A.<sup>1,2,3</sup>

### RESUMEN

En este trabajo se describen las principales características de un modelo de simulación computarizado de un ecosistema de granos almacenados en silos bolsa. A partir de balances acoplados de energía y materia (humedad, O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) en el granel, se determinó la evolución de la distribución de la temperatura, el contenido de humedad y la pérdida de materia seca de los granos almacenados, como así también de la concentración de gases de la atmósfera intersticial.

Se llevó a cabo la validación de modelos comparando datos predichos y medidos de temperatura, contenido de humedad y concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Los errores estándar de temperatura de la validación del modelo fueron de alrededor de 2 °C o menos. El aumento de humedad previsto en la capa superior de los granos osciló de 1,0 a 1,5% para almacenamiento de grano húmedo, mientras que el error en la humedad medida osciló de 0,4 a 0,8%. (Gastón et al., 2009). Las mediciones de la composición de gases en aproximadamente 50 bolsas mostraron que las tendencias generales de las evoluciones de gases medidas eran compatibles con las simuladas (Abalone et al., 2011a; b). En el almacenamiento de grano seco (12-13.5% b.h), el error estándar (EE) para CO<sub>2</sub> fue de 1,2 puntos % V/V, mientras que en la muestra húmeda (14-15% b.h.) incrementó a 2,7 puntos % V/V. Para O<sub>2</sub>, el EE fue de 2,5 puntos % V/V para la muestra seca y 1,9 puntos % V/V para la muestra húmeda.

Se establecieron los niveles medios de referencia de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> para una gran región productiva, con condiciones climáticas sub-tropicales (Saenz Peña, provincia de Chaco), intermedia (Pergamino, provincia de Buenos Aires) y templada (Balcarce, provincia de Buenos Aires) de Argentina. También se comparó la evolución de la temperatura del grano, humedad, humedad relativa de equilibrio y pérdida de materia seca (Arias Barreto et al., 2013).

Los resultados mostraron que los niveles referenciales de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> dependen en gran medida del contenido de humedad inicial y temperatura del grano al momento de embolsado. También las condiciones meteorológicas producen cambios significativos, especialmente en el caso de granos secos o ligeramente húmedos. La evolución de la temperatura media del grano en combinación con los niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> alcanzados en los silos bolsa demuestra que para las condiciones climáticas de las zonas meridionales y centrales de Argentina el desarrollo de insectos sería muy limitado. El almacenamiento de granos secos en la región septentrional (clima sub-tropical) podría permitir la actividad de insectos durante el verano y otoño. El modelo predijo un leve aumento del CH en la capa superior de los granos.

En el caso de granos húmedos, la humedad relativa de equilibrio en la capa superior de los granos permaneció por encima de los niveles seguros aun durante la estación fría, lo que implica que podría esperarse desarrollo de moho. Sin embargo, la pérdida de materia seca promedio prevista para todas las condiciones de almacenamiento no superó los límites como para reducir la calidad comercial del grano, aunque la calidad de la semilla podría ser afectada por condiciones húmedas de almacenamiento.

**Palabras claves:** Silos bolsas; almacenamiento hermético; atmósfera modificada; trigo; modelos matemáticos, Argentina.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. UNR. <sup>2</sup>Instituto de Física Rosario (CONICET-UNRosario). <sup>3</sup>Carrera de Investigador Científico. UNR. e-mail: [analiag@fceia.unr.edu.ar](mailto:analiag@fceia.unr.edu.ar)

## ABSTRACT

*In this work the main features of a computer simulation model of the ecosystem of grains stored in silo bags are described. From coupled balances of energy and matter (moisture, O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>) in the bulk, the evolution of the distribution of temperature, moisture content and dry matter loss of stored grain and as well as gas concentration of the interstitial atmosphere is determined.*

*Model validation was carried out by comparing predicted with measured temperature, moisture content, O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentration data. The temperature standard errors of the model validation were of about 2 °C or less. Predicted moisture content (MC) increase in the top grain layer ranged from 1.0 to 1.5% w.b, while the measured one from 0.4 to 0.8% w.b. (Gastón et al., 2009). Measured data of gas composition in about 50 bags showed that the general trends of measured gas evolutions were compatible with the simulated ones (Abalone et al., 2011<sup>a</sup>; b). In the dry MC range (12-13.5% w.b) standard error (SE) for CO<sub>2</sub> was 1.2 points % V/V while in the wet range of (14-15% w.b) increased to 2.7 points % V/V. For O<sub>2</sub>, SE was 2.5 points % V/V for dry and 1.9 points % V/V for wet MC range.*

*Referential mean O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> levels were predicted for a typical productive region with sub-tropical (Saenz Peña, Chaco Province), intermediate (Pergamino, Buenos Aires Province) and temperate weather conditions (Balcarce, Buenos Aires Province) of Argentina. Evolution of grain temperature, MC, ERH and DML was also compared (Arias Barreto et al., 2013).*

*Results showed that referential levels of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> strongly depend on initial MC and bagging grain temperature. Also, climatic condition produces significant changes, especially for dry and slightly wet grain. Evolution of grain mean temperature in combination with CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> levels achieved in the silo bags demonstrate that for the climatic conditions of the southern and central regions of Argentina insect development would be very restricted. Storing dry grain in the northern regions (sub-tropical weather) might support insect activity during summer and autumn. A slight MC increase at the top grain layer was predicted by the model.*

*For wet grain, equilibrium relative humidity at the top grain layer remained above safe levels even during the cold season, implying that mould development could be expected. However, predicted mean dry matter loss for all the storage conditions did not exceed limits to reduce grain's commercial quality, although seed quality could be affected for wet storage conditions.*

**Keywords:** *Silo bags; Hermetic storage; Modified atmosphere; Wheat; Mathematical modeling, Argentina.*

## REFERENCIAS

Arias Barreto A., R. Abalone, A. Gastón, R. Bartosik (2013). Analysis of storage conditions of a wheat silo bag for different weather conditions by computer simulation (Biosystems Engineering. Vol 116 (4), pp. 497-508. ISSN 1537-5110).

Abalone, R., A. Gastón, R. Bartosik, L. Cardoso and J. Rodríguez, 2011a. Gas concentration in the interstitial atmosphere of a wheat silo bag. Part I: Model development and validation. J. Stored Prod. Res., 47, 268-275. doi: 10.1016/j.jspr.2011.05.004.

Abalone, R., A. Gastón, R. Bartosik, L. Cardoso and J. Rodríguez, 2011b. Gas concentration in the interstitial atmosphere of a wheat silo bag. Part II: Model sensitivity and effect of grain storage conditions. J. Stored Prod. Res., 47, 268-275. doi: 10.1016/j.jspr.2011.05.003.

Gastón, A., R. Abalone, R.E. Bartosik and J.C. Rodríguez, 2009. Mathematical modelling of heat and moisture transfer of wheat stored in plastic bags (silo bags). Biosystems Eng. 104, 72-85.

# Limitaciones del Uso de la Temperatura como Variable para Monitorear las Condiciones de Almacenamiento en Silo Bolsas

## *Constraints on the Use of Temperature as a Variable to Monitor Storage Conditions in Silo Bags*

Arias Barreto, A.<sup>1,2</sup>, Abalone R.<sup>1,2</sup>, Gastón, A.<sup>1,2,3</sup>

### RESUMEN

La evolución de la temperatura y la humedad de los granos almacenados son los factores más importantes que afectan la calidad durante su almacenamiento. Estos factores son catalizadores de los procesos biológicos ligados al deterioro y al desarrollo del ecosistema del granel (respiración propia del grano y de los seres vivos, proliferación de hongos e insectos).

El monitoreo de la temperatura (termometría) ha sido tradicionalmente el método empleado para controlar las condiciones de almacenamiento en sistemas convencionales (silos metálicos y de hormigón, celdas, etc.). Los sistemas de monitoreo consisten de cables con termocuplas sujetos desde el techo a la base del silo. La cantidad de líneas y número de termocuplas depende de las dimensiones de los mismos. Debido a la baja conductividad de los granos este sistema presenta limitaciones en cuanto a la detención temprana de focos de deterioro dentro del granel (Singh et al., 1983). Por este motivo han comenzado a comercializarse equipos de monitoreo basados en la detección de CO<sub>2</sub> (BT BinTech, 2010) en silos convencionales.

El silo bolsa, es un sistema de almacenamiento hermético de granos (atmósfera automodificada) que ha ganado gran difusión en la Argentina en los últimos 15 años. Desafortunadamente, la termometría no es útil para el seguimiento de las condiciones de almacenamiento en silo bolsas. En un silo convencional cualquier aumento de la temperatura detectada en el núcleo por las termocuplas se asocia a un calentamiento local debido a la respiración y deterioro del ecosistema. En el silo bolsa, la razón (área de transferencia de energía /volumen de grano) es un 50% mayor que en los silos convencionales (Bartosik et al., 2008). Por lo tanto, el cambio de temperatura en el núcleo de un silo bolsa es altamente influenciado por las condiciones climáticas externas.

Gastón et al. (2009) y Arias Barreto et al. (2013) han demostrado mediante simulación numérica, que para condiciones climáticas sub-tropical (Saenz Peña, Chaco), intermedia (Pergamino, Buenos Aires) y moderadas (Balcarce, Buenos Aires) de Argentina, el calor liberado por la respiración no compensa las pérdidas de calor hacia el medio ambiente y la temperatura del silo bolsa disminuye continuamente del verano al invierno (Enero-Julio). Así mismo, la temperatura en el centro de un silo bolsa en condiciones óptimas de hermeticidad, naturalmente aumentará al comienzo de la primavera (septiembre –noviembre) y este aumento no es indicador de actividad biológica sino el resultado de la fuerte influencia del cambio en las condiciones climáticas de invierno a primavera (Gastón et al., 2008).

Las simulaciones previas, no consideraron la presencia de insectos en los silo bolsas o focos de granos muy húmedos. En este trabajo, se complementa el estudio de la evolución de temperatura analizado condiciones de almacenamiento más desfavorables para las tres zonas climáticas antes mencionadas. En el

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. UNR. <sup>2</sup>Instituto de Física Rosario (CONICET-UNRosario). <sup>3</sup>Carrera de Investigador Científico. UNR. e-mail: [analiag@fceia.unr.edu.ar](mailto:analiag@fceia.unr.edu.ar)

caso de grano seco (13%), se incorporó la liberación de energía debido a la respiración de los insectos considerando que por falta de hermeticidad del silo bolsa no disminuye el ritmo de respiración de los mismos. En el caso de grano húmedo se aumentó 2 y 4 veces la liberación de energía debida a la respiración. Los resultados muestran que bajo ciertas condiciones de almacenamiento no se registra aumento de temperatura a pesar de la actividad biológica. En consecuencia la temperatura no resulta una variable confiable para monitorear de las condiciones de almacenamiento en silo bolsas.

**Palabras claves:** Almacenamiento hermético, Conservación, Monitoreo, Simulación numérica, Argentina.

## ABSTRACT

*Temperature and moisture evolution in stored grains are the most important factors that affect quality during storage. These factors are catalysts for the biological processes related to the bulk ecosystem damage and development (grain breathing and the breathing of living beings, fungal and insect proliferation).*

*Temperature monitoring (thermometry) has traditionally been the method used to check storage conditions of grains stored in conventional systems (metal and concrete silos, flat storage structures, etc.). This monitoring system consists of thermocouple wires attached from the top to the bottom of the bin. The number of lines and thermocouples depend on the size of the storage. Due to the low conductivity of grains, this system presents some limitations regarding the early detection of the focal point of deterioration in the bulk (Singh et al., 1983). Thus, monitoring equipment based on CO<sub>2</sub> detection (BT BinTech, 2010) in conventional bins has recently begun to be marketed.*

*The silo bag is an air-tight (self-modified atmosphere) storage system for grains that has spread widely in Argentina in the last 15 years. Unfortunately, thermometry is not useful to monitor storage conditions in silo bags. In a conventional bin, any increase in temperature detected in the grain mass by the thermocouples is associated with a localized warming due to the ecosystem respiration and damage. In the silo bag, the ratio (heat transfer area /grain volume) is 50% larger than in conventional bins (Bartosik et al., 2008). Therefore, temperature changes in the core of a silo bag are strongly influenced by external weather conditions.*

*Gastón et al. (2009) and Arias Barreto et al. (2013) have demonstrated by means of numerical simulation that for sub-tropical (Saenz Peña, Chaco), intermediate (Pergamino, Buenos Aires) and moderate (Balcarce, Buenos Aires) temperate weather conditions in Argentina, the heat released through respiration does not compensate for heat loss to the environment and the silo bag temperature decreases continuously from summer to winter (January to July). Similarly, the temperature in the center of the silo bag at optimal air-tight conditions will naturally increase at the beginning of spring (September to November) and this rise does not show biological activity; this is the result of the strong influence of changes in the weather conditions from winter to spring (Gastón et al., 2008).*

*Previous simulations did not consider the presence of insects in the silo bags nor focal points of high-moisture grains. The study of temperature evolution analyzing the least favorable conditions for the three weather areas above mentioned is complemented by this work. In the case of dry grain (13%), energy release was incorporated due to insect respiration, considering no O<sub>2</sub> restriction in the silo bag and, hence, no decrease in the respiration rate. In the case of moist grain, energy release due to respiration was increased 2 and 4 times. Results show that under certain storage conditions there is no temperature increase observed despite biological activity. Therefore, temperature is not a reliable variable to monitor storage conditions in silo bags.*

**Keywords:** Air-tight Storage, Storage, Monitoring, Numerical Simulation, Argentina.

## REFERENCIAS

Arias Barreto A., R. Abalone, A. Gastón and R. Bartosik , 2013. Analysis of storage conditions of a wheat silo bag for different weather conditions by computer simulation (Biosystems Engineering. Vol 116 (4), pp. 497-508. ISSN 1537-5110).

Bartosik, R.E., M.L. Cardoso and J.C. Rodríguez, 2008. Early detection of spoiled grain stored in hermetic plastic bags (silo bags) using CO<sub>2</sub> monitoring. In: Proceeding of 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. p. 550-554.

BT BinTech 2010, Gran Spoilage Detector CO2 BinSpector, [www.grainsystems.com/.../gs102\\_Binspectorm.pdf](http://www.grainsystems.com/.../gs102_Binspectorm.pdf).

Gastón, A., R. Abalone, R.E. Bartosik and J.C. Rodríguez, 2008. Heat and mass transfer in soybean stored in hermetic plastic bags (silo bags)". Proceedings of the Internacional Conference of Agricultural Engineering CIGR2008 (CD). ISSN 1982-3797.

Gastón, A., R. Abalone, R.E. Bartosik and J.C. Rodríguez, 2009. Mathematical modelling of heat and moisture transfer of wheat stored in plastic bags (silo bags). Biosystems Eng. 104, 72-85.

Singh (Jayas) D.; W.E. Muir and R.N. Sinha. 1983. Finite element modelling of carbon dioxide diffusion in stored wheat. Canadian Agricultural Eng., 25(1), 149-152.

T6N2

# Estudio de la Concentración de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en Silo Bolsas Mediante Simulación Computacional

## *Study of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Concentrations in Silo Bags by Computer Simulation*

Arias Barreto, A.<sup>1,2</sup>, Abalone R.<sup>1,2</sup>, Gastón, A.<sup>1,2,3</sup>

### RESUMEN

El almacenamiento en silo bolsas se ha convertido en una de las principales alternativas de solución a la falta de capacidad de almacenamiento fijo y el crecimiento de la producción de granos en los últimos años en Argentina.

Los granos son almacenados en bolsas plásticas herméticas, donde debido a la respiración de los seres vivos del granel (ecosistema formado por granos, hongos, insectos, etc.) se genera una atmósfera rica en CO<sub>2</sub> y pobre en O<sub>2</sub> que facilita su conservación.

El balance de gases en el silo bolsa depende del ingreso de O<sub>2</sub> y la pérdida de CO<sub>2</sub> al medio ambiente debido a la permeabilidad de la cubierta plástica y la relación que se establece con la respiración del ecosistema, la cual es fuertemente dependiente de las condiciones de temperatura y humedad del grano al ser embolsado.

Como consecuencia de la relación área/volumen de intercambio de energía del silo bolsa, a diferencia de los silos convencionales, la temperatura no resulta una variable apropiada para el control de las condiciones de almacenamiento. INTA implementó un procedimiento de control de la actividad biológica basado en la medición del CO<sub>2</sub> en el aire intersticial (Bartosik et al., 2008; Cardoso et al., 2008). El procedimiento consiste en medir la concentración de CO<sub>2</sub> en algunos puntos de la bolsa y compararlos con un valor de referencia que indica condiciones adecuadas para el almacenamiento. Esto implica conocer los valores típicos de la concentración de CO<sub>2</sub> alcanzados para un amplio rango de condiciones de almacenamiento en silo bolsas (temperatura del grano, contenido de humedad (CH), el tiempo de almacenamiento, zona agrícola, etc) difíciles de abarcar mediante ensayos experimentales a campo.

Con la hipótesis de temperatura y contenido de humedad inicial del grano uniforme, se determinaron las curvas de referencia de nivel de concentración de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> para tres zonas climáticas típicas de Argentina (Arias Barreto et al., 2013).

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. UNR. <sup>2</sup>Instituto de Física Rosario (CONICET-UNRosario). <sup>3</sup>Carrera de Investigador Científico. UNR. e-mail: [analiag@fceia.unr.edu.ar](mailto:analiag@fceia.unr.edu.ar)



No obstante, en el almacenamiento a campo, tiene alta probabilidad de ocurrencia el llenado de un silo bolsa con grano con distinto contenido de humedad inicial (condiciones de embolsado no son uniformes). También suelen aparecer en la base de las bolsas focos de grano húmedo como resultado de la infiltración de agua.

En este trabajo se presentan la distribución de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> resultado de un embolsado no uniforme en el contenido de humedad de los granos. Se estudia la difusión de CO<sub>2</sub> desde focos de distinto tamaño (volumen de grano) y contenido de humedad y se comparan los resultados con las curvas de referencia obtenidas para condiciones de embolsado uniforme. La caracterización de esta dinámica mediante la simulación computacional aporta el conocimiento de base para definir los lugares y frecuencia de muestreo de la bolsa y de esta forma mejorar el protocolo de monitoreo con CO<sub>2</sub>.

**Palabras claves:** Almacenamiento hermético, Conservación, Atmósfera automodificada, Simulación numérica, Argentina.

### ABSTRACT

*Storage in silo bags has become one of the main options to solve the lack of fixed storage capacity and the increase in grain production in the last years in Argentina.*

*Grains are stored in air-tight plastic bags where due to the respiration of biotic components in the bulk (ecosystem formed by grains, fungi, insects, among others), a CO<sub>2</sub>-rich and an O<sub>2</sub>-deficient atmosphere is generated, which facilitates grain preservation.*

*The balance of gases in the silo bags depends on the O<sub>2</sub> ingress and on the CO<sub>2</sub> loss to the environment due to the plastic covering permeability and the relationship with the ecosystem respiration, which is strongly related to temperature conditions and grain moisture when bagged.*

*Due to the surface area/volume ratio of the energy exchange in the silo bag, unlike conventional bin, temperature is not an appropriate variable to monitor storage conditions. INTA implemented a control procedure of biological activity based on the CO<sub>2</sub> measurement in interstitial air (Bartosik et al., 2008; Cardoso et al., 2008). This method involves measuring CO<sub>2</sub> concentration at several places in the bag and comparing them to a reference value for adequate storage conditions. This involves knowing typical CO<sub>2</sub> concentration values reached for a wide range of storage conditions in silo bags (grain temperature, moisture content (MC), length of storage, agricultural area, etc.), which are difficult to cover through experimental field trials.*

*Considering uniform initial grain temperature and moisture content, reference curves of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration levels were determined for three typical climatic zones in Argentina (Arias Barreto et al., 2013). Nevertheless, when storage takes place in the field, there is a high probability of filling the silo bags with grains with different initial moisture content (bagging conditions are not uniform). Focal points of moist grain can be found on the bottom of the bags due to water leaking.*

*This work presents CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> distribution resulting from the bagging of grains with different moisture contents. CO<sub>2</sub> diffusion from differently sized (grain volume) focal points and moisture content are studied, and results are compared to the reference curves for uniform bagging conditions. This dynamics characterization through computer simulation contributes to the basic knowledge to define the bag sampling site and frequency and as a result, improve the CO<sub>2</sub> monitoring protocol.*

**Keywords:** Air-tight Storage, Preservation, Modified Atmosphere, Numerical Simulation.

### REFERENCES

Arias Barreto A., R. Abalone, A. Gastón, R. Bartosik (2013). Analysis of storage conditions of a wheat silo bag for different weather conditions by computer simulation (Biosystems Engineering. Vol 116 (4), pp. 497-508. ISSN 1537-5110).

Bartosik, R.E., Cardoso, M.L. and Rodríguez J.C. 2008. Early detection of spoiled grain stored in hermetic plastic bags (silo bags) using CO<sub>2</sub> monitoring. In: Proceeding of 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. p. 550-554.

Cardoso, M.L., Bartosik, R.E., Rodríguez, J.C. and Ochandío, D. 2008. Factors affecting carbon dioxide concentration in interstitial air of soybean stored in hermetic plastic bags (silo bag). In: Proceeding of the 8th Int. Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. p. 565-568.

TEMA 7

# Monitoreo de silo bolsas

*Silo bags monitoring*





# Monitoreo de Silo Bolsas, Evolución y Perspectivas

## *Silo Bag Monitoring, Evolution and Perspectives*

Leandro Cardoso<sup>1</sup>, Ricardo Bartosik<sup>1</sup>, Mauricio Santa Juliana<sup>2</sup> y Diego de la Torre<sup>1</sup>

### RESUMEN

El silo bolsa es clasificado como un sistema de almacenaje de granos de tipo hermético (Cardoso, et al., 2012) o semi hermético (De Bruin, et al., 2012) de almacenaje a granel.

Procesos de deterioro de grano pueden originarse cuando se almacena grano en condiciones inapropiadas (humedad, temperatura, etc.) en relación al tiempo almacenaje permitido, y/o cuando se producen fallas en la hermeticidad del silo bolsa (Cardoso, et al., 2012).

Es importante entonces que el monitoreo del silo bolsa comprenda de una inspección de la hermeticidad, además del monitoreo de la calidad del grano.

El sistema más utilizado para cotejar la hermeticidad del silo bolsa es la inspección visual, tanto del cierre de la bolsa, como de roturas en el plástico. El uso de un test de caída de presión presentó una mejora en la eficacia respecto de la identificación visual, ya que permite detectar perforaciones en sectores no visibles, como ser entre el suelo y la base del silo bolsa (Cardoso et al., 2012).

La extracción de muestras mediante el calado del silo bolsa es la metodología estándar de monitoreo de calidad del grano. Bartosik et al. (2008) mencionan que dada la extensión del silo bolsa, (60 metros de largo) el calado puede resultar poco práctico y en general es difícil diagnosticar problemas localizados en el granel. Sin embargo, esta herramienta es útil para la extracción de muestras que se utilizarán para análisis posteriores (viabilidad, calidad, etc.).

El uso del monitoreo en base a la temperatura, principal sistema utilizado en silos y celdas, no ha prosperado para el monitoreo en silo bolsa. La elevada relación superficie de intercambio de calor/volumen de grano del silo bolsa permite que el calor generado por la actividad biológica del granel se disipe al ambiente y no se exprese en un aumento de temperatura (Abalone et al., 2011).

Actualmente los nuevos desarrollos del mercado se basan en la determinación la concentración de gases ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ) en el interior del silo bolsa. Durante el almacenaje se produce la modificación de dicha atmósfera respecto de las condiciones normales (21%  $\text{O}_2$  y 0.03%  $\text{CO}_2$ ) y su magnitud está en función de variables como humedad, temperatura, tipo de grano y hermeticidad, entre otros. Diferentes estudios (Rodríguez, et al., 2008; Cardoso et al., 2008) establecieron una relación entre una modificación moderada-elevada de la atmosfera dentro del silo bolsa en detrimento de parámetros de calidad del grano (viabilidad en soja, calidad panadera en trigo, etc.). Problemas sectorizados de pérdidas de calidad han sido registrados por modificaciones sustanciales respecto a concentraciones típicas de  $\text{CO}_2$  para condiciones seguras de almacenaje (Bartosik et al., 2008).

Estos sistemas presentan una forma rápida de indicar problemas en el almacenaje, aun si son sectorizados. Sin embargo, para cuantificar problemas se requieren otras herramientas, como la extracción de muestras para inspeccionar el grano.

La tendencia es ofrecer en el mercado sistemas más complejos, que faciliten al usuario la tarea del diagnóstico. Un ejemplo son los sistemas integrales de monitoreo, donde un software utiliza como insumos variables del grano (humedad y tipo de grano, entre otros), evolución de  $\text{CO}_2$ , variables climáticas, y su relación, para establecer niveles de riesgo (Bartosik, et al., 2013).

**Palabras claves:** Dióxido de carbono, hermeticidad, calidad, humedad, temperatura, concentración, test de caída de presión, Argentina.

<sup>1</sup>EEA INTA Balcarce. Ruta Nacional 226 Km. 73,5, Balcarce (Buenos Aires), Argentina. <sup>2</sup>EEA INTA Manfredi, e-mail: lcardoso@balcarce.inta.gov.ar

## ABSTRACT

The silo bag has been classified as an air-tight grain storage system (Cardoso, et al., 2012) or semi-airtight (De Bruin, et al., 2012) bulk storage system.

Grain damage processes can occur when grains are stored under inappropriate conditions (moisture, temperature, etc.) regarding allowed storage time and/or when failures in the silo bag air-tightness arise (Cardoso, et al., 2012).

For this reason, silo bag monitoring should include both air-tightness inspection and grain quality monitoring.

The most widely spread system to check silo bag air-tightness is the visual inspection of both the bag sealing and the plastic breakage. The use of a pressure drop test showed an improvement regarding visual identification efficiency since it allows detecting breakage in non-visible areas, such as areas between the ground and the bottom of the silo bag (Cardoso et al., 2012).

Collecting samples by perforating the silo bag with a standard grain probe is the standard methodology for grain quality monitoring. Bartosik, et al (2008) state that due to the silo bag length (60 meters long), penetration into the silo bag can be impractical and become a difficult procedure to diagnose problems in the bulk. However, this is a useful tool to collect samples that will be used in further analysis (viability, quality, among others).

The use of temperature based monitoring systems, main system used in bins and flat storage structures, has not been successful for silo bag monitoring. The high surface/grain volume ratio of the silo bag allows the dissipation to the environment of heat generated by bulk biological activity, thus preventing temperature increase inside the silo bag (Abalone et al., 2011).

Currently, the new market developments are based on determining the atmospheric gas concentration ( $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$ ) inside the silo bag. During storage, such atmosphere is modified in relation to normal conditions (21%  $\text{O}_2$  and 0.03%  $\text{CO}_2$ ) and these modifications depend on variables such as moisture, temperature, type of grain and air-tightness, among others. Different studies (Rodríguez, et al., 2008; Cardoso et al., 2008) showed a relationship between moderate-high atmospheric modifications inside the silo bag to the detriment of grain quality parameters (soybean viability, wheat baking quality, etc.). Sectorized problems regarding quality loss were recorded. These issues were caused by substantial modifications related to typical  $\text{CO}_2$  concentrations for safe storage conditions (Bartosik, et al. 2008).

These systems constitute a rapid method to determine storage problems, even when the problem is non-widespread. Nonetheless, in order to quantify problems other tools are needed, such as sample taking to examine the grain.

There is a market tendency to offer more complex systems that make diagnosis easier for the user. An example of this are comprehensive monitoring systems where a software uses information on grain variables (moisture and type of grain, among others),  $\text{CO}_2$  evolution, weather variables, and their relationship, to determine risk levels (Bartosik, et al., 2013).

**Keywords:** Carbon Dioxide, Air-tightness, Quality, Moisture, Temperature, Concentration, Pressure Drop Test, Argentina.

## REFERENCIAS

Abalone, R., Gastón, A., Bartosik, R. Cardoso, L. y Rodríguez, J. 2011. Gas concentration in the interstitial atmosphere of a wheat silo bag. Part I: Model development and validation. *Journal of Stored Products Research*, 47 (2011), pp. 268-275.

Bartosik, R.; Cardoso, L.; Rodríguez, J. 2008. Early detection of spoiled grain stored in hermetic plastic bags (silo bags) using  $\text{CO}_2$  monitoring. In Proc. 8th International Conference Controlled Atmospheres and Fumigation of Stored Products, 550-554. Chengdu, China, 21-26 de Septiembre.

Bartosik, R., Cardoso, L., Albino, J. Busato, P. 2013.  $\text{CO}_2$  Monitoring of grain stored in silo bag through a web application. EFITA-WCCA-CIGR Conference "Sustainable Agriculture through ICT Innovation", Turin, Italia, 24-27 de Junio.

Cardoso, M., Bartosik, R., Rodríguez, J. y Ochandio, D. 2008. Factors affecting carbon dioxide concentration of soybean stored in hermetic plastic bags (silo bag). In Proc. 8th International Conference Controlled Atmospheres and Fumigation of Stored Products, 565-568. Chengdu, China, 21-26 de Septiembre.

Cardoso, L., Bartosik R., Campabadal, C., de la Torre, D. 2012. Air-tightness level in hermetic plastic bags (silo bags) for different storage conditions. In Proc. 9th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 583-589, Antalya, Turquía, 15-19 de Octubre.

De Bruin, T., Villers, P. Wag, A. Navarro, S. 2012. Worldwide use of hermetic storage for the preservation of agricultural products. In Proc. 9th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 450-458., Antalya, Turquía, 15-19 de Octubre.

Rodríguez, J., Bartosik, R., Cardoso, M. y Crocche, D. Factors affecting carbon dioxide concentration of wheat stored in hermetic plastic bags (silo bag). In Proc. 8th International Conference Controlled Atmospheres and Fumigation of Stored Products, 589-592, Chengdu, China, 21-26 de Septiembre.

# Dispositivo de Telemetría para el Monitoreo de la Calidad del Grano en un Silo Bolsa

## *Telemetry Device for Monitoring Grain Quality in Silo Bags*

Alberto Lucas Chiesa Vaccaro<sup>1,2</sup>, Elvio Rogelio Toccalino<sup>1</sup>, Sebastián García Marra<sup>1</sup>, Sebastián Cerone<sup>1</sup>

### RESUMEN

En la campaña 2011/2012 se embolsaron 35 millones de toneladas de granos (Behr et al., 2012), para la campaña 2012/2013 este número ascendió a 42 millones (Bartosik et al., 2013). Sin embargo, la adopción de esta tecnología de acopio introduce nuevos riesgos para el productor, ya que hasta el 10% del grano se puede perder (Bartosik et al., 2011).

Con el objeto de reducir las pérdidas de grano embolsado, se han diseñado sistemas de medición basados en la inspección manual de los mismos, utilizando equipos de medición portátiles (Bartosik et al., 2009; 2013) o retirando muestras para el posterior análisis. Actualmente, se realizan mediciones en menos del 5% de los silos bolsas del país, exponiendo a pérdidas a más de 200.000 silos (Bartosik et al., 2013).

Utilizando tecnologías modernas y un modelado del interior del silo (Abalone et al., 2007) diseñamos un sistema económico de medición de la salud de un silo bolsa. El producto consiste en dispositivos auto-instalables colocados en el silo y una herramienta web capaz de recolectar los datos y reportar alarmas en forma autónoma. No se requiere intervención alguna para recolectar las mediciones, permitiendo así reducir costos y aumentar la cantidad de bolsas monitoreadas en el país.

Los primeros ensayos experimentales permiten concluir que las tecnologías de sensado adoptadas generan resultados equivalentes a los encontrados en la bibliografía (Bartosik et al., 2013), tanto de las concentraciones de dióxido de carbono como contenido de humedad. Asimismo el sistema es capaz de detectar robos.

**Palabras claves:** Telemetría, silo bolsa, internet of things (IOT), machine to machine (M2M), salud del grano, mediciones, Argentina.

### ABSTRACT

*In the 2011/2012 campaign, 35 million tons of grains were bagged (Behr et al., 2012), and for the 2012/2013 campaign this number reached 42 million (Bartosik et al., 2013). Nonetheless, the adoption of this storage technology presents new risks for farmers, since up to 10% of grains can be lost (Bartosik et al., 2011).*

*In order to reduce loss in bagged grain, measurement systems based on manual inspection have been designed, using portable equipment (Bartosik et al., 2009; 2013) or collecting samples for later analysis. Presently, measurements in less than 5% of the silo bags in our country are performed, which exposes over 200,000 silo bags to losses (Bartosik et al., 2013).*

*By using modern technologies and modeling the inside of the silo bag (Abalone et al., 2007) an economic system for the silo bag health measurement was designed. The product consists of self-installing devices placed in the silo bag and a web-based tool capable of collecting data and reporting alarms independently. No intervention is needed to collect the measurements, which allows saving costs and increasing the number of monitored bags in the country.*

<sup>1</sup>LESS Industries S.A. <sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería. Beauchef 1253, Buenos Aires 1424, Argentina.  
e-mail: lucas@lessindustries.com

*The first experimental trials show that the adopted sensing technologies generate results that are equivalent to those found in other studies (Bartosik et al., 2013), in both carbon dioxide concentration and moisture content. Likewise, the system is capable of theft detecting.*

**Keywords:** Telemetry, Silo Bag, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine (M2M), Grain Health, Measurements, Argentina.

## REFERENCIAS

Abalone, R. Cassinera, A. Gastón, A. Lara, M. 2007. Modelización de la distribución de la temperatura y humedad en granos almacenados en silosbolsa. *Mecánica Computacional Vol XXVI*, pp354-3561.

Bartosik, R. Cardoso, L. Croce, D. Ochandio, D. 2009. Detección temprana de procesos de descomposición de granos almacenados en bolsas de plástico herméticas mediante la medición de CO<sub>2</sub>. *Almacenamiento de Granos en Bolsas Plásticas*. INTA Manfredi, I.S.S.N. 1667-9199.

Bartosik, R. 2012. An inside look at the silo bag system. *Proceedings of the 9th International Conference Controlled Atmospheres and Fumigation of Stored Products*, 117-128. Antalya, Turkey

Behr, E. Botta, G. Domínguez, F. Hidalgo, R. Pozzolo, O. 2012. Incidencia del Diseño de Embolsadora en la Calidad del Arroz Conservado en Silo Bolsa. *X Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola CLIA 2012*

Bartosik, R. Berruto, R. Cardoso, L. Urcola, H. 2013. Economic Analysis of Storing Grain in Silo bags Through a Web Application. *Proceedings of EFITAWCCACIGR Conference Sustainable Agriculture through ICT Innovation*. Turin, Italy.

T7N2

# Estudio de la Variabilidad de la Concentración de Dióxido de Carbono y Oxígeno en Granos de Maíz (*Zea mays*) Almacenados en Bolsas Plásticas Bajo Diferentes Condiciones (\*)

## *Study on Carbon Dioxide and Oxygen Concentration Variability of Corn Grains (Zea mays) Stored in Plastic Bags under Different Conditions (\*)*

Cristiano Casini; Diego Mauricio Santa Juliana <sup>1</sup>

## RESUMEN

En la república Argentina la producción de cereales y oleaginosas, supera, para la campaña 2012/13, las 96 millones de toneladas (t) (SIIA, 2013) proyectándose para los próximos años un incremento en la producción. Por diversos motivos un 43% de dicha producción se almacena en bolsas plásticas herméticas,

(\*) Complemento de trabajo presentado originalmente en el X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur. Rosario, Santa Fe. 2009.

(\*) *Complement to the work originally presented at the Tenth Argentine Congress of Rural Engineering and Second of Mercosur. Rosario, Santa Fe. 2009.*

<sup>1</sup>INTA EEA Manfredi. INTA, Ruta Nac. 9, Km 636, 5988 Manfredi, Córdoba, Argentina. e-mail: ccasini1@yahoo.com.ar; santajuliana.diego@inta.gob.ar

bajo diferentes condiciones en lo referido a factores de conservación, como ser, contenido de humedad, presencia de insectos plagas, temperatura, etc.

Se estima que de esas bolsas un 5% aproximadamente presenta algún tipo de inconveniente que puede afectar la calidad de los granos debido a fallas en el empleo de la tecnología (Bartosik y col., 2012). Los objetivos del siguiente trabajo son determinar si el seguimiento, durante el período de almacenamiento, de la concentración de  $O_2$  y de  $CO_2$  en la composición del aire intersticial, podría utilizarse como un indicador de la actividad biológica y de la condición de los granos para emplearse como una herramienta de monitoreo en bolsas plásticas, con granos almacenados bajo diversas condiciones y evaluar el desarrollo de insectos plagas bajo una atmosfera intergranaria automodificada.

Se demostró que la medición de concentración de  $O_2$  y  $CO_2$  en granos almacenados en bolsas plásticas es una herramienta de alta sensibilidad, con un nivel de exactitud y sencillez aceptables. Permite localizar áreas o focos de alteración en el corto plazo, presentando mayor sensibilidad que las determinaciones de poder germinativo y peso hectolítrico.

Los factores con mayor incidencia en el aumento de la concentración de  $CO_2$  fueron la humedad, en primer lugar y la presencia de insectos plagas de granos almacenados en segundo lugar, para las condiciones del ensayo.

Se pudo establecer que la automodificación de la atmósfera que ocurre dentro del silo bolsa ejerce un control sobre los insectos plagas de granos almacenados, siendo condición indispensable mantener la hermeticidad del sistema.

**Palabras claves:** Bolsas plásticas; insectos plagas, granos húmedos, Argentina.

## ABSTRACT

*Cereal and oilseed production for the 2012/2013 campaign in Argentina is over 96 million tons (t) (SIIA, 2013), with a predicted production increase for the coming years. Due to several reasons, 43% of the aforesaid production is stored in air-tight plastic bags under different conditions regarding conservation factors such as moisture content, pest insect presence, temperature, among others.*

*Approximately 5% of these bags are estimated to present inconveniences that can affect grain quality due to failures in technology implementation (Bartosik y col., 2012). The purpose of this work is to determine if the monitoring of  $O_2$  and  $CO_2$  concentrations in the interstitial air composition during storage could be used as an indicator of biological activity and of the grain condition. This tracking could be used as a monitoring tool in silo bags with grains stored under different conditions and to assess the development of pest insects in an inter-granular self-modified atmosphere.*

*It was demonstrated that  $O_2$  and  $CO_2$  concentration measurements in grains stored in plastic bags is a high-sensitivity tool, with acceptable precision and simplicity levels. It allows locating alteration areas or spots in the short term, with higher sensitivity than germination test and test weight measurements.*

*The major contributing factors in the  $CO_2$  concentration increase for test conditions were moisture, in the first place, and the presence of pest insects in stored grains, in the second place.*

*The study showed that the atmospheric self-modification that takes place inside the silo bag controls pest insects in stored grains; however it is vital to ensure the air-tightness of the system.*

**Keywords:** Plastic Bags; Pest Insects, Moist Grains, Argentina.

## REFERENCIAS

Bartosik y col., 2012. Proyecto Específico: Eficiencia de Poscosecha: Generación, desarrollo y difusión de tecnologías para aumentar la eficiencia de acondicionamiento, secado y almacenaje de cereales, oleaginosas y cultivos industriales del país. *Diagnóstico actual de pérdidas de poscosecha. Cartera de proyectos 2006. INTA.*





TEMA 8

# Uso del silo bolsa para reservas forrajeras

*Use of silo bags in fodder storage*





# El Silo Bolsa en los Modelos Productivos de Carne

## *The Use of Silo Bag in Beef Production Systems*

Francisco Santini<sup>1</sup>

### RESUMEN

En los últimos años la ganadería de carne de la Argentina, se ha enfrentado a profundos cambios ya que ha perdido más de 12 millones de hectáreas frente a la agricultura. Esto significó una nueva propuesta de producción, donde los alimentos conservados como silajes y/o subproductos industriales conforman una buena parte de los alimentos suministrados a los rodeos tanto de cría, recría como de invernada o engorde, además de las pasturas características de nuestro sistema pastoril. Para la conservación de estos alimentos la bolsa fue y es una de las tecnologías elegidas por el productor argentino para la conservación de estos. Hoy prácticamente una gran mayoría de los sistemas de producción utilizan silajes de maíz o sorgo o subproductos como la burlanda de maíz o sorgo, para el mantenimiento de la carga animal, frente a una deficiencia de forrajes por sequía o inundación, o simplemente por la distribución estacional del crecimiento de las pasturas implantadas o pastizales naturales, o para mejorar la utilización del forraje en los periodos de mayor crecimiento a través de una mayor carga durante todo el año. También se utilizan para el balanceo de dietas, con el fin de mejorar las ganancias diarias de peso en pastoreo, o para la confección de dietas en el engorde a corral. El comentario de nuestros productores es, hoy duermo tranquilo ya que tengo en el campo las almohadas blancas, simplemente forrajes conservados en silos bolsa o subproductos conservados en las mismas. De los alimentos conservados como silajes comenzó en la década de los 90 el silaje de grano húmedo de maíz (GHM), tanto en sistemas de leche como de carne. Hoy menos del 20% de los sistemas lecheros lo utilizan y es mucho menor en los sistemas de carne. Este alimento es fundamentalmente una importante fuente de energía, con algunas características propias cuando lo comparamos con el grano de maíz seco. El GHM tiene una mayor disponibilidad de energía a nivel ruminal y una mayor digestibilidad total, lo que lo hace un alimento interesante para algunas situaciones de producción. Algunas características de calidad considerando valores de laboratorio de más de 200 muestras de diferentes partes del país, muestran valores medios para: humedad de 25,25%; proteína 8,43%, FDN 11,3% y almidón 69,36%. Un auge mayor tubo el ensilaje de maíz y sorgo de plata entera, ya que para el año 2013/14 se cosecharon más 1,5 millones de hectáreas, donde el 69% se embolso. Esto muestra un crecimiento notable del silo bolsa sobre los silos puentes. De esta superficie el 60% fue maíz, 22% sorgos y un 18% de verdes y pasturas (CACF, 2014). Con respecto a la calidad encontramos valores medios de digestibilidad de 62% y 57% para maíz y sorgo respectivamente, para pasturas y verdes los valores varían entre 60% y 67% dependiendo del tipo de forraje (Guaita et al., 2011). El suministro de estos alimentos se realiza utilizando Mixer, especialmente en alimentación a corral y mayormente en autoconsumo en los sistemas con suplementación en pastoreo.

**Palabras claves:** Silo bolsa, Silaje de grano húmedo, Calidad, Maíz, Sorgo, Argentina

### ABSTRACT

*In the last years livestock breeding in Argentina has faced profound changes since it has lost more than 12 million hectares against agriculture. This situation meant a new productive model where preserved feed like silage and/or industrial byproducts are an integral part of the feed given to breeding, rearing, wintering*

<sup>1</sup> INTA Balcarce. Ruta 226 km 73,5, Balcarce (7620), Buenos Aires, Argentina. e-mail: santini.francisco@inta.gob.ar

and fattening cattle, in addition to the typical fodder of our pastoral system. In order to preserve this feed, the bag has been and still is one of the technologies chosen by Argentine farmers. Today, practically most of the production systems use corn or sorghum silages or byproducts such as corn or sorghum distillers grains, in order to maintain stocking rate in case of a fodder deficiency due to drought or flood, or simply because of the seasonal growth distribution of the implanted or natural pastures, or to improve fodder use in periods of larger growth by a greater load over the whole year. They are also used to develop balanced diets, in order to improve daily weight gains when grazing, or to create diets in feedlots. Our producers state that "today they sleep peacefully because they have the white pillows in the field", just fodder or byproducts stored in silo bags. High-moisture corn (HMC) silage started in the 90's, in both milk and meat production systems. Today less than 20% of the dairy production systems use it and the percentage is even smaller in the case of meat production systems. This food is an important energy source with some special features when compared to dry corn grain. HMC has a greater availability of energy at rumination level and a better total digestibility, which turns it into an interesting food for some production situations. Some quality characteristics, considering laboratory data of over 200 samples from different parts of the country, show average values for moisture of 25.25%; protein 8.43%; NDF 11.3% and starch 69.36%. Whole-plant corn and sorghum for silage gained greater importance, since in 2013/2014 over 1.5 million hectares were harvested and 69% was bagged. This shows a substantial growth of silo bags compared to bunker silos. Sixty percent of this surface was corn, 22% sorghum and 18% green forage and fodder (CACF, 2014). Regarding quality, the digestibility average values found were 62% and 57% for corn and sorghum, respectively; for green forage values varied between 60% and 67% depending on the type of fodder (Guaita et al., 2011). This feed is supplied using Mixers, especially in feedlots and mostly in on-farm consumption in the pastoral systems with supplementation.

**Keywords:** Silo Bag, Moist Grain Silage, Quality, Corn, Sorghum, Argentina.

T8N1

## Efectos de los Aditivos Químicos sobre la Fermentación y Estabilidad Aeróbica de la Cebada Aplastada Almacenada en Bolsas Plásticas

### Effects of Chemical Additives on Fermentation and Aerobic Stability of Crimped Barley Stored in Plastic Bags

H. Auerbach<sup>1</sup>, G. Weber<sup>2</sup>, U. Weber<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Los cereales aplastados con elevado contenido de humedad pueden ser susceptibles al deterioro aeróbico causado por hongos una vez abiertos las bolsas plásticas (Matthiesen et al., 2007). Debido a que el conocimiento acerca del comportamiento de este forraje al exponerlo al aire es limitado, en este estudio se utilizó cebada (*Hordeum vulgare*) cultivada en un tambo comercial en Saxony, Alemania y cosechada el 5 de julio de 2012 con una cosechadora de granos con un contenido de humedad aproximado del

<sup>1</sup> ADDCON EUROPE GmbH, D-06749 Bitterfeld-Wolfen, Parsevalstrasse 6a, e-mail: horst.auerbach@addcon.com

<sup>2</sup> BAG BUDISSA Agroservice GmbH, Birnenallee 10, D-02694 Malschwitz. e-mail: gottlind.weber@budissa-bag.de, udo.weber@bag-budissa.de

25%. Después de la cosecha, se trajo la cebada al lugar de almacenamiento, se aplastan los granos en un molino de rodillos a un tamaño de partícula teórico de <1 mm, y luego se embutieron en un silo bolsa con una máquina picadora-embudidora. La totalidad de la cebada se dividió en 5 lotes que recibieron los siguientes tratamientos con aditivos en la aplastadora: sin tratar, químico 1 (37% de ácido propiónico, 11% de propionato de sodio, 14% de benzoato de sodio) y químico 2 (38% de ácido propiónico, 34% de ácido fórmico, 8% de amoníaco). Los índices de aplicación previstos para cada aditivo químico fueron 2,5 y 5,0 l por tonelada de cebada aplastada respectivamente, resultando un total de cinco tratamientos. Para cada tratamiento, un sector del tubo plástico de 6 metros de largo se llenó. Se dejó la bolsa dispuesta al aire libre hasta el 28 de diciembre de 2012, cuando se tomaron tres muestras de cada sector por medio de un barrenado (diámetro: 13 cm de diámetro y 33 cm de largo) desde la parte superior, el lado izquierdo y derecho (aproximadamente al 50% de las alturas totales) de la bolsa. Todas las muestras se analizaron individualmente para determinar la materia seca, el patrón de fermentación y la estabilidad aeróbica. Los índices de aplicación se calcularon utilizando las concentraciones de benzoato de sodio (químico 1) o ácido propiónico (químico 2) que se determinaron por HPLC en la cebada aplastada el día en el que se tomaron las muestras. Los datos fueron sujetos a un análisis estadístico con SAS, versión 9.3.

Los índices de aplicación de los aditivos químicos detectados fueron más altos que los previstos. Las dosis calculadas del químico 1 fueron 2,7 y 6,7 l/t mientras que el químico 2 se aplicó a 4,3 y 8,3 l/t, respectivamente. En general, la intensidad de fermentación fue muy baja que es atribuible a bajo nivel de humedad durante el ensilaje. El tratamiento aditivo afectó varias características de la fermentación, pero las diferencias resultaron irrelevantes a efectos prácticos. Sin embargo, se observó un efecto significativo sobre la estabilidad aeróbica ( $P < 0.001$ ). La cebada aplastada no tratada comenzó a deteriorarse a los 1,2 días mientras que las muestras que habían recibido tratamiento aditivo estuvieron aeróbicamente estables durante todo el período de doce días en el que duró el ensayo.

Se concluye que el tratamiento de la cebada aplastada con aditivos químicos ensilada en bolsas plásticas resulta beneficioso para prevenir deterioro microbiano y pérdidas relacionadas al mismo durante el vaciado.

**Palabras claves:** Cebada, aplastado, tubos plásticos, fermentación, estabilidad aeróbica, Alemania

## ABSTRACT

*High-moisture crimped cereals may be susceptible to aerobic deterioration caused by fungi after opening of the plastic tubes (Matthiesen et al., 2007). As knowledge of the behavior of this feed upon exposure air, if stored in plastic tubes, is still very limited, this study used barley (*Hordeum vulgare*) which was grown on a commercial dairy farm in Saxony, Germany and harvested on July 5, 2012 by a grain combine at about 25% moisture. After harvest, the barley was brought to the storage site, crimped by a roller mill to a theoretical particle size <1 mm, and subsequently transferred into a plastic tube made of polyethylene, which was connected to the crimper. The total amount of barley was divided into 5 batches which received the following additive treatments in the crimper: untreated, chemical 1 (37% propionic acid, 11% sodium propionate, 14% sodium benzoate) and chemical 2 (38% propionic acid, 34% formic acid, 8% ammonia). The intended application rates for each of the chemical additives were 2.5 and 5.0 l per ton crimped barley, respectively, giving a total of five treatments. For each treatment, one plastic tube section of 6 m length was filled for each treatment. The bag was stored outside until December 28, 2012, when three samples per section were taken by means of a drill (diameter: 13 cm diameter; length: 33 cm) from the top, the left and right side (at about 50% of the total heights) of the bag. All samples were individually analyzed for dry matter, fermentation pattern and aerobic stability. Application rates were calculated by using the concentrations of sodium benzoate (chemical 1) or propionic acid (chemical 2), which were determined by HPLC in the crimped barley on the day of sampling. Data were subjected to statistical analysis by SAS, version 9.3.*

*The detected application rates of the chemical additives were higher than intended. The calculated dosages of chemical 1 were 2.7 and 6.7 l/t whereas chemical 2 was applied at 4.3 and 8.3 l/t, respectively. In general, fermentation intensity was very low which is attributable to the low moisture level at ensiling. Additive*

*treatment affected several fermentation characteristics, but the differences were of no practical relevance. However, there was observed a significant effect on aerobic stability ( $P < 0.001$ ). Untreated crimped barley started to deteriorate already after 1.2 days whereas all samples that had received additive treatment were aerobically stable over the entire testing period of 12 days.*

*It is concluded that treatment of crimped barley with chemical additives ensiled in plastic bags is beneficial to prevent microbial spoilage and losses related to it during feed-out.*

**Keywords:** *barley, crimping, plastic tubes, fermentation, aerobic stability, Germany*

## REFERENCIAS

Matthiesen, M., A. Wagner and W. Büscher. 2007. Preservation of crimped high-moisture grain in a plastic tube silo – Influence of type of corn, moisture content and chemical additive. Proceedings of the Biennial Conference of the Australian Society for Engineering in Agriculture (Banhazi, T. and C. Saunders, eds), 23-26 September 2007, Adelaide, South Australia, 278-283.

 T8N2

# *Efectos de los Aditivos Químicos en la Fermentación, los Recuentos Fúngicos y la Estabilidad Aeróbica de la Pulpa de Remolacha Azucarera Comprimida y Almacenada en Bolsas Plásticas*

## *Effects of Chemical Additives on Fermentation, Fungal Counts and Aerobic Stability of Pressed Sugar Beet Pulp stored in Plastic Bags*

*H. Scholz<sup>1</sup>, C. Potthast<sup>2</sup>, E. Kramer<sup>3</sup>, H. Auerbach<sup>4</sup>*

## RESUMEN

El ensilaje de la pulpa de remolacha azucarera comprimida representa un componente altamente nutritivo para las raciones de vacas lecheras, pero su calidad higiénica hace que no sea apta para la alimentación debido al deterioro fúngico (Kalzendorf, 2007), en especial durante los meses de verano. Debido a que el conocimiento sobre los efectos de los aditivos para ensilaje sobre la calidad de la pulpa de remolacha comprimida (PRC) es limitado hoy en día, se introdujeron 50 t de PRC fresca por tratamiento en tubos plásticos de 3 m de diámetro y 6-8 m de largo el 11 de diciembre de 2012. Durante el llenado, el material de cada bolsa se trató con uno de tres aditivos químicos (KOFASIL STABIL: 1,5 l/t; Silostar líquido HD: 2,0 l/t; NOVIBAC: 2,7 l/t), que diferían en la composición. Se utilizó un aplicador montado en la embolsadora

<sup>1</sup>University of Applied Sciences Anhalt, Strenzfelder Allee 8, D-06406 Bernburg, e-mail: h.scholz@loel.hs-anhalt.de <sup>2</sup>Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt, Marktbreiter Str. 74, D-97199 Ochsenfurt, e-mail: christine.potthast@suedzucker.de

<sup>3</sup>ISF GmbH, An der Mühlenau 4, D-25421 Pinneberg, ewald.kramer@isf-forschung.de <sup>4</sup>ADDCON EUROPE GmbH, Parsevalstrasse 6a, D-06749 Bitterfeld-Wolfen, e-mail: horst.auerbach@addcon.com

y, como control, se usó PRA sin tratar. Todas las bolsas se colocaron al aire libre y se cubrieron con una red salvapájaros para silos y se abrieron el 25 de junio de 2013. Se tomaron tres muestras idénticas de la capa superior de cada silo y del centro de la bolsa en lugares pre-asignados. A continuación las bolsas fueron expuestas al aire durante 7 días y se tomaron muestras de la misma superficie ("vieja"), para luego retirar 1 m de PRC de ensilaje y se tomó una muestra de la nueva superficie ("fresca"). Este procedimiento se repitió dos veces en intervalos semanales. La prueba concluyó después de cuatro semanas cuando solo quedaron "viejas" superficies para la toma de muestras. Se analizaron todos los ensilajes en forma individual para obtener la materia seca, el patrón de fermentación, los recuentos fúngicos y la estabilidad aeróbica. Se sometieron los datos a un análisis estadístico de IBM SPSS Statistics (IBM, 2013).

La PRC fresca contenía concentraciones de nutrientes y energía habituales. El recuento fúngico promedio log 1,5/g para mohos y log 5,3/g para levaduras, respectivamente. Todos los ensilajes de PRC tomados el día en que se abrió la bolsa estaban bien fermentados, y sólo se observaron diferencias de escasa magnitud entre los tratamientos. Los aditivos aumentaron la estabilidad aeróbica de la PRC extraída de las superficies "frescas" (n=72) desde las 81 horas (control) hasta las 248 horas ( $P<0,001$ ), lo que puede explicarse por la reducción del recuento de levadura (log 2,8 vs log 1,8,  $P<0,001$ ) y de moho (log 3,3 vs log 2,1,  $P<0,001$ ). Se detectó un efecto del lugar de muestreo. Durante el tiempo de muestreo, la estabilidad aeróbica de las superficies "viejas" (n=72) fue muy baja en ensilajes sin tratar (13 horas) y pudo mejorarse a 113 horas a través del uso de aditivos ( $P<0,001$ ). Esto puede atribuirse a recuentos fúngicos más bajos en las muestras tratadas de los ensilajes de PRC cuando se comparan con los controles ( $P<0,001$ ). Independientemente del lugar de muestreo, los aditivos redujeron la cantidad de levadura y moho. La estabilidad aeróbica de los ensilajes de PRC guardó una correlación negativa con el número de levaduras ( $r_s=-0,65$ ,  $P<0,001$ ) y mohos ( $r_s=-0,61$ ,  $P<0,001$ ). Se concluye que los aditivos químicos de ensilaje mejoran eficientemente la calidad higiénica y la estabilidad aeróbica de los ensilajes de PRC almacenados en tubos plásticos. El efecto es particularmente más pronunciado en la capa superior de las bolsas con una menor compactación que en el centro.

**Palabras claves:** pulpa de remolacha azucarera, tubos plásticos, fermentación, estabilidad aeróbica, Alemania.

## ABSTRACT

*Pressed sugar beet pulp silage represents a highly nutritive component for dairy cow rations, but its hygienic quality often renders it unfit for feeding due to fungal spoilage (Kalzendorf, 2007), especially during feed-out in summer months. As the knowledge of the effects of silage additives on pressed beet pulp (PBP) quality is still limited, 50 t of fresh PBP per treatment was pressed into plastic tubes of 3 m diameter and 6-8 m length on December 11, 2012. During filling, the material in each bag was treated with one of three chemical additives (KOFASIL STABIL: 1.5 l/t; Silostar liquid HD: 2.0 l/t; NOVIBAC: 2.7 l/t), which differed in composition, by an applicator mounted on the bagger. Untreated SBP served as control. All bags were placed outside, covered with a bird-protection silo net and opened on June 25, 2013. Three replicate samples were taken from each silo from the upper layer and the core of the bag at preassigned locations. Subsequently, the bags were exposed to air for 7 days and the same surface ("old") sampled again, followed by removal of 1 m of PBP silage and sampling from the new surface ("fresh"). This procedure was repeated twice at weekly intervals. The trial was terminated after 4 weeks when only "old" surfaces were left for taking samples. All silages were individually analyzed for dry matter, fermentation pattern, fungal counts and aerobic stability. Data were subjected to statistical analysis by IBM SPSS Statistics (IBM, 2013).*

*Fresh PBP contained typical concentrations of nutrients and energy. Fungal counts averaged log 1.5/g for moulds and log 5.3/g for yeasts, respectively. All PBP silages taken on the day of bag opening were well fermented, with only minor differences between treatments. Additives increased aerobic stability of PBP taken from "fresh" surfaces (n=72) from 81 hours (control) to 248 hours ( $P<0.001$ ), which can be explained by the reduction in yeast (log 2.8 vs log 1.8,  $P<0.001$ ) and mould (log 3.3 vs log 2.1,  $P<0.001$ ) counts. An effect of*



sampling site was detected. Across sampling times, aerobic stability of "old" surfaces ( $n=72$ ) was very low in untreated silages (13 hours) and could be enhanced to 113 hours by the use of additives ( $P<0.001$ ). This can be attributed to lower fungal counts in PBP silages in treated samples when compared with controls ( $P<0.001$ ). Regardless of the sampling site did the chemical additives reduce yeast and mould numbers. Aerobic stability of PBP silages was negatively correlated with the number of yeasts ( $r_s=-0.65$ ,  $P<0.001$ ) and moulds ( $r_s=-0.61$ ,  $P<0.001$ ). It is concluded that chemical silage additives effectively improve hygienic quality and aerobic stability of PBP silages stored in plastic tubes. The effect is particularly pronounced in the upper layer of the bags with lower compaction than in the core sections.

**Keywords:** sugar beet pulp, plastic tubes, fermentation, aerobic stability, Germany.

## REFERENCIAS

Kalzendorf, C. 2007. Too many yeasts and moulds in maize. Top Agrar 8, R24-R26.

T8N3

# Calidad Nutricional de Maíz Almacenado en Bolsa Plástica

## *Nutritional Value of Corn Stored in Plastic Bags*

Jorge O. Azcona, Bernardo F. Iglesias, Ma. Viviana Charrière y Marcelo J. Schang<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se evaluó el efecto del contenido de humedad de maíz almacenado en bolsas plásticas sobre la calidad comercial, energía metabolizable verdadera (EMV) y desempeño de los pollos. A su vez, se cuantificó el efecto de proteger los bolsones con media sombra considerando los parámetros antes mencionados. Se compararon granos almacenados con 16 y 19% de humedad, más un control secado naturalmente. Cabe mencionar que una de las bolsas (16% de humedad) sufrió roturas por lo que fue necesario reparar el silo. Por el hecho de embolsar el grano, el peso hectolítrico disminuyó hasta 2 puntos, caída que se produjo dentro de los primeros 3 meses de almacenaje independientemente del contenido de humedad. En consecuencia, la permanencia de un maíz en Grado 1 dependerá del peso hectolítrico al momento de ser embolsado. No se observaron diferencias entre tratamientos en el contenido de energía bruta (EB) relación EMV/EB y EMV. Comparado con el control, los pollos alimentados con maíz con 19% de humedad crecieron un 3,1% más y tuvieron una mejor conversión alimenticia (-1,0%). Estas ventajas fueron de menor magnitud en el caso del maíz con 16% de humedad (+1,2% y -0,6%, respectivamente). En un estudio realizado con centeno remojado (Pawlik et al., 1990) se reportó mejoras en la utilización de nutrientes originada por la actividad enzimática que se desarrolla en granos humedecidos. Al utilizar el maíz proveniente del bolsón que sufrió roturas se observó un menor crecimiento (-4,2%) y peor conversión (+0,9%), lo cual se atribuyó

<sup>1</sup>Sección Avicultura INTA – EEA Pergamino. CC31, Pergamino, B2700WAA, Argentina. e-mail: azcona.jorge@inta.gov.ar

a la presencia de Aflatoxina B1 (22 ppb) y Fuseranona X (500 ppb). Con el empleo de "media sombra" utilizando maíz almacenado con 15% de humedad durante 10 meses se observó una menor caída del peso hectolítrico respecto del material sin protección, lo que permitió mantener el material dentro de Grado 1. La relación EMV/EB fue similar entre maíz conservado con cobertura (93,6%) y control seco natural (93,3%), en cambio, dicha relación en el caso del maíz sin cobertura fue menor (91,9%). Los pollos que recibieron el maíz embolsado con cobertura crecieron un 6% más que los pollos que recibieron maíz embolsado sin cobertura.

En conclusión, si bien el maíz almacenado en bolsa plástica mostró una pérdida de peso hectolitrico, su valor nutricional no se vio afectado, por el contrario, se observaron mejoras al aumentar el contenido de humedad. El uso de media sombra también se traduce en mejoras en calidad comercial y nutricional. El principal riesgo en estas condiciones de almacenaje son las pérdidas por desarrollo de micotoxinas cuando se producen roturas.

**Palabras claves:** Energía metabolizable verdadera, Aves, Peso hectolítrico, Micotoxinas, Argentina.

### ABSTRACT

*This study assessed the effect of the moisture content of corn stored in plastic bags on commercial quality, the true metabolizable energy (TME) and the performance of chickens. Simultaneously, the effect of protecting the bags with shade mesh was quantified, considering the aforementioned parameters. Stored grains with a moisture content of 16 and 19% were compared in addition to a naturally dried control. It is worth mentioning that one of the bags (16% moisture) was damaged and needed to be repaired. Because the grain was bagged, the test weight decreased up to 2 points; this fall occurred during the first three months of storage regardless of the moisture content. For this reason, corn will maintain its grade 1 quality depending on its test weight when bagged. No differences between treatments were observed regarding gross energy (GE) content, TME/GE relationship and TME. Compared to control, chickens fed on corn with 19% moisture content grew 3.1% larger and showed a better food conversion (-1.0%). These advantages were less noticeable in the case of corn with 16% moisture content (+1.2% y -0.6%, respectively). In a study conducted on soaked rye (Pawlik et al., 1990) improvements in nutrient use were reported. This optimization was due to enzyme activity of moist grains. When corn from the damaged bag was used, a lower growth (-4.2%) and a worse conversion (+0,9%) were observed, which was attributed to the presence of Aflatoxin B1(22 ppb) and Fuseranon X (500 ppb). When using shade mesh and corn with 15% moisture content stored during 10 months, a smaller test weight fall was observed compared to unprotected material. This allowed maintaining Grade 1 quality. The TME/GE relationship was similar between corn stored under a shade mesh (93,6%) and natural dry control (93.3%), but in the case of corn stored with no shade mesh on top, such relationship was smaller (91.9%). Chickens fed on corn bagged with the shade mesh protection grew 6% larger than chickens fed on corn stored without shade cloth protection. In conclusion, although corn stored in plastic bags showed a lower test weight, its nutritional value was not affected; on the contrary, it was improved when the moisture content was increased. The use of shade cloths also improves commercial and nutritional quality. The main risk of these storage conditions lies in the losses generated by mycotoxin development when bags are damaged.*

**Keywords:** True Metabolizable Energy, Poultry, Test Weight, Mycotoxins, Argentina.

### REFERENCIAS

Pawlik, J. R., Fengler, A. I. and Marquardt R. R. 1990. Improvement of the nutritional value of rye by the partial hydrolysis of the viscous water-soluble pentosans following water-soaking or fungal enzyme treatment. *Br.Poult.Sci.* 31(3): 525-538.



T8N4

# Valor Nutricional de Sorgo Almacenado en Bolsa Plástica

## Nutritional Value of Sorghum Stored in Plastic Bags

Bernardo F. Iglesias, Ma. Viviana Charrière y Jorge O. Azcona<sup>1</sup>

### RESUMEN

La producción de sorgo en Argentina es del orden de 5,3 millones de tn (USDA, 2013). Buena parte del sorgo producido en el país es de alto contenido en taninos lo cual afecta negativamente su valor nutricional. Trabajos de Price y Butler (1978) mostraron que el proceso de “amoniación” permitió mejorar su valor nutricional. El almacenaje en bolsas plásticas, permite conservar granos con humedad, condición necesaria para poder incorporar urea y generar liberación de amoníaco que actuaría como “secuestrante” de los taninos. Para determinar el valor nutricional del sorgo conservado en estas condiciones se realizaron estudios de digestibilidad con aves (Sibbald, 1976) y prueba de crecimiento con pollos de 30 días de duración. Niveles de 2 y 3% de urea adicionada, si bien mejoraban la utilización de la energía, perjudicaban el desempeño de las aves, por tal motivo se realizó un nuevo ensayo utilizando una dosis más baja de urea. Los tratamientos fueron: Sorgo seco natural, Sorgo con 29% de humedad y Sorgo con 29% de humedad más 1% urea granulada. Los tratamientos 2 y 3 se almacenaron por 5 semanas en bolsas plásticas experimentales de 70 kg. El contenido de taninos (% equiv. ácido tánico) disminuyó un 52% con el agregado de urea. La utilización de la energía bruta fue de 79.6% para el sorgo seco natural incrementándose a 84,5% al almacenarlo en bolsa plástica y a 86,3% cuando se le adicionó urea al 1%. Con sorgo almacenado húmedo no se observaron mejoras en el desempeño de las aves a pesar de haberse registrado mejoras en el uso de la energía metabolizable verdadera. Esta respuesta se debería a la falta de aminoácidos disponibles para la síntesis de proteínas por la presencia de taninos. Al adicionar 1% de urea se observó una mejora del 4,1% en crecimiento y una reducción de la conversión de 5,1% resultados que ponen en evidencia el efecto de la urea como secuestrante de taninos. Se puede concluir que: 1.-El almacenaje de sorgo húmedo no modificó el contenido de taninos, pero mejoró la utilización de la energía sin que se traduzca en un mejor desempeño de los pollos; 2.- La adición de urea como “secuestrante” permitió disminuir en el contenido de taninos totales en un 52%; 3.- La adición de 1% de urea a sorgo embolsado con 29% de humedad mejoró la utilización de la energía y el desempeño de las aves lo que representa un beneficio extra de este sistema de almacenaje.

**Palabras claves:** Energía metabolizable verdadera, Aves, Urea, Amoniación, Argentina.

### ABSTRACT

*Argentina produces 5.3 million tons of sorghum (USDA, 2013). A large proportion of this production is high in tannins, affecting sorghum nutritional value negatively. Works by Price and Butler (1978) showed that the “ammoniation” process helped improve its nutritional value. Storage in plastic bags enables moist grain preservation, which is necessary to add urea and generate ammonia release. Ammonia would act as a “sequestering force” capturing tannins. In order to determine the nutritional value of sorghum stored in these conditions digestibility studies with poultry (Sibbald, 1976) and growth tests with chickens were*

<sup>1</sup> Sección Avicultura INTA – EEA Pergamino. CC31, Pergamino, B2700WAA, Argentina. e-mail: iglesias.bernardo@inta.gob.ar

conducted over 30 days. When 2 and 3% levels of urea were added, the energy use was improved but poultry performance was undermined. For this reason, a further test with a lower urea dose was conducted. The following treatments were carried out: 1-natural dried sorghum, 2-sorghum with 29% moisture content, and 3-sorghum with 29% moisture content plus 1% granulated urea. Treatments 2 and 3 were stored for 5 weeks in 70 kg experimental plastic bags. Tannins content (tannic acid equivalent percentage) decreased 52% when urea was added. The use of gross energy for natural dried sorghum was 79.6%, when stored in plastic bags it increased to 84.5% and when 1% urea was added it increased to 86.3%. With moist sorghum stored in bags, no improvement in poultry performance was observed although improvements in true metabolizable energy were recorded. This result was due to the lack of available amino acids for protein synthesis caused by the presence of tannins. When 1% urea was added a 4.1% growth improvement and a 5.1% conversion decrease were observed. These results show the effect of urea as a tannin "sequestrant." It can be concluded that: i) The storage of moist sorghum did not modify tannin contents but improved energy use with no improvement in chickens' performance; ii) The addition of urea as a "sequestrant" allowed reducing total tannin contents by 52%; 3) The addition of 1% urea to sorghum bagged at 29% moisture improved the use of energy and poultry performance, which implies an extra benefit of this storage system.

**Keywords:** True Metabolizable Energy, Poultry, Urea, Ammoniation, Argentina.

## REFERENCIAS

- USDA. 2013. Global agricultural information network. *Gain report*. 3-28-2013. 9pp.
- Sibbald, I. R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feeding stuffs. *Poult.Sci.* 55: 303-308.
- Price, M. L., Butler, L. G. 1978. Detoxification of high tannins sorghum grain. *Nutr.Rep.Int.* 17: 229-236.

T8N5 

# Practisilo

## Practisilo

Castaldo, A.<sup>1</sup>; Roberi, J.<sup>1</sup>; Pariani, A.<sup>1</sup>; Marengo, L.<sup>1</sup>; Dubarry, J.<sup>1</sup>; Kelly, M.<sup>2</sup>

## RESUMEN

En las regiones áridas y semiáridas, generalmente no es posible mantener explotaciones ganaderas sustentadas exclusivamente en la pastura natural debido a la baja oferta de forraje, mala calidad del mismo y grandes fluctuaciones de la producción entre años. Con el fin de alcanzar niveles económicos de producción en períodos de sequía, se hace necesario suplementar la alimentación del ganado bovino, ovino y caprino con alimentos conservados, entre ellos, el ensilado. Esta técnica, por su forma de almacenaje y tamaño tiene como desventajas no poder comercializarse, transportarse a lugares de consumo y elaborarse en pequeña escala. Esta máquina aplica una tecnología de confección cuyo objetivo es lograr la conservación de forraje ensilado de alta calidad en la forma de microsilos. El proceso de conservación comienza con el cortado que se realiza con una máquina para este fin que corta y pica el material. Acoplados forrajeros o camiones transportan el pasto desde la picadora a la embutidora fabricada especialmente para la elaboración del microsilo.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias veterinarias. UNLPam; <sup>2</sup>Contratista para elaboración de ensilados y fabricante de la máquina embolsadora.  
e-mail: arielcastaldo@yahoo.com.ar, tomaskelly@hotmail.com

El modelo experimental de embolsadora para la confección de microsilos de 50/60 kg funciona con un motor a explosión. Para darle presión a fin de sacarle el aire, la bolsa se va llenando en un cajón que se desplaza hacia atrás de forma controlada (con freno) a medida que va pasando el material del tubo a la bolsa. Una vez llenada se detiene el sinfín (mediante un embrague) para el cambio por una vacía. Dentro del tubo hay dos tipos de sinfines, la mitad con uno de simple vuelta para acarrear la cantidad necesaria de material y la otra mitad con un doble sinfín para que lleve material con mayor presión (centro con mayor diámetro). En caso de forraje demasiado húmedo se prevé colocar una rejilla en la parte inferior del tubo para que drene el exceso de líquido.

La fermentación implica unos 40-45 días al igual que cualquier ensilado convencional. Luego de este período, el material se estabiliza y puede durar mucho tiempo en buenas condiciones, sin descomponerse; sólo hay que tener la precaución de revisar bien las bolsas y sellarlas para evitar el ingreso de oxígeno.

Trabajar con silos en pequeña escala permite embolsar el contenido, trasladarlo y almacenarlo en un lugar seco. Pequeños ganaderos mixtos (caprinos, ovinos y bovinos) de zonas marginales podrían adaptar esta tecnología solamente disponible en aquellas que se puede realizar el ensilado. Esta tecnología permite el manejo y traslado de material en esta forma de conservación sin que se altere su calidad, además de poder ser elaborado y embolsado en pequeña escala.

**Palabras claves:** Practisilo, Microsilo, Argentina.

### ABSTRACT

*In arid and semi-arid regions, it is generally not possible to keep livestock breeding farms based exclusively on natural pasture due to the low fodder availability, bad quality fodder and great fluctuations in production over the years. In order to reach economic levels of production during drought periods, it is necessary to supplement cattle, sheep and goat diet with preserved forage, among others, silage. This technique, because of its storage methodology and size cannot be marketed, shipped to consumption sites and manufactured on a small scale basis. This machine applies a manufacturing technology whose objective is the preservation of high quality silage feeding in microsilos (mini storage units). The preservation process starts with the chipping that is performed by a machine that cuts and chips the material. Fodder trucks and trailers ship the fodder from the chipper to the filler especially manufactured for the microsilo production.*

*The bagging experimental model for the making of the 50/60 kg microsilos works with an internal combustion engine. In order to provide enough pressure and remove air, the bag is filled up in a drawer that moves back in a controlled fashion (with a brake) as the material is inserted from a tube into the bag. Once the bag is filled the endless screw is stopped (using a clutch) and an empty bag replaces the filled one. Inside the tube there are two types of endless screws, half are single endless screws to carry the necessary amount of material, and the other half are double endless screws to carry the material at greater pressure (center with wider diameter). In the case of fodder with high moisture content, a filter is placed at the bottom of the tube to drain the excess liquid.*

*Fermentation takes 40-45 days as in any conventional silage. After such period, the material stabilizes and can last in good conditions without decomposing for a long time; bags should be checked and sealed to avoid oxygen ingress.*

*Working with silos on a small scale allows bagging the material, shipping it and storing it in a dry place. Small livestock breeders (cattle, sheep and goat) from marginal areas could adapt this technology that is only available in areas where silage can be performed. This technology allows the handling and shipping of material without quality modification and it can be manufactured and bagged on a small scale basis.*

**Keywords:** Practisilo, Microsilo, Argentina.























- Abadía, B.  
 Abalone R.  
 Accietto, Ricardo Heriberto  
 Aguaysol, C.  
 Aguerre, Horacio  
 Arias Barreto, A.  
 Aroztegui, S  
 Auerbach, H.  
 Azcona, Jorge O.  
 Balzarini, Mónica  
 Bartosik, Ricardo  
 Behr, Enrique  
 Berruto, Remigio  
 Bonaldo, Solange Maria  
 Botta, G.  
 Bre, Facundo;  
 Bruno Cecilia,  
 Burrill, Philip R.  
 Busato, Patrizia  
 Cardoso, Leandro  
 Carpaneto, B.  
 Casini, Cristiano  
 Castaldo, A.  
 Castellari C.C.  
 Cerone, Sebastián  
 Charrière. Ma. Viviana  
 Chiesa Vaccaro, Alberto Lucas  
 Clemente, Gustavo  
 Conles, Martha  
 Cook, Christopher C.  
 Cook, Sam  
 Cristos, Diego  
 Danao, Mary-Grace  
 de la Torre, D.  
 Díaz, C. G.  
 Domínguez, F.  
 Dubarry, J.  
 Ferrari, H.  
 Ferrari, M.C.  
 García Marra, Sebastián  
 Gastón, A.  
 Gatti, Nicolás  
 Gaviria Londoño, Jaime  
 Godoy, Adriana Iris  
 González Belo, Raúl  
 Gromenida N  
 Hansen, M.  
 Hidalgo Ramón  
 Iglesias, Bernardo F.  
 Izquierdo, Natalia  
 Juarez, J.  
 Kazam Ali  
 Kelly, M.  
 Kramer, E.  
 Maier, Dirk E.  
 Mansilla MO  
 Mansoor ul Hasan  
 Marcos Valle F.J.  
 Marengo, L.  
 Martínez María José  
 Massigoge, Jose Ignacio,  
 Meichtry M  
 Mosciaro M.  
 Muhammad Sagheer  
 Nassetta Mirtha  
 Navarro, S  
 Nogueira, Roberta M.  
 Ochandio, Dario  
 Pacin A.M.  
 Pagliero, Marcelo  
 Paríani, A.  
 Peppi, Beatriz  
 Ploper, L. D.  
 Pons, Claudia  
 Pons, Juan  
 Potthast, C.  
 Pozzolo, Oscar;  
 Qurban Ali  
 Resnik, Silvia  
 Ricca, Alejandra  
 Ridley, Andrew W.  
 Roberi, J.  
 Rodríguez, R.  
 Rojas Dante  
 Ruffato, Solenir  
 Saleme, P.  
 Santa Juliana, Diego Mauricio  
 Santini, Francisco  
 Schang, Marcelo J.  
 Scholz, H.  
 Serafini, E.  
 Shahzad Saleem  
 Strada Julieta  
 Taffarel, Camila  
 Taher, Hernán Ignacio  
 Tauseef Amja  
 Toccalino, Elvio Rogelio  
 Urcola, Hernán  
 Valle, Facundo Marcos  
 Weber, G.  
 Weber, U.  
 Yanucci, Domingo  
 Zandonadi, Rodrigo S.





## Directorio de empresas patrocinantes / *Sponsors information* (ordenados alfabeticamente)

### 1. AGROMECC S.A.

**Productos/Products:** Embolsadora/Bagging Machine, Extractora/Unloading machine, Acoplado tolva autodescargable/Self unloading grain wagon.

**Página web/Web:** [www.agomec.com.ar](http://www.agomec.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Norberto Adriano Combale – Paula Valeria Culazo
- **Dirección/Address:** Independencia 16 – 5913 Pozo del Molle – Córdoba - Argentina
- **Teléfono/Phone:** (+54) 353 4830045 / 4830811 / 4830812
- **e-mail:** [comercioexterior@agomec.com.ar](mailto:comercioexterior@agomec.com.ar), [contaduria@agomec.com.ar](mailto:contaduria@agomec.com.ar)

### 2. AKRON

**Productos/Products:** Embolsadora/Bagging Machine, Extractora/Unloading machine, Acoplado tolva autodescargable/Self unloading grain wagon.

**Página web/Web:** <http://www.akron.com.ar>

**Contactos:**

- **Dirección/Address:** Rosario de Santa Fe 2256 (X2400EFN), San Francisco, Córdoba, Argentina
- **Teléfono/Phone:** Tel + 54 3564 498 502 – Ext. 121
- **e-mail:** [export@akron.com.ar](mailto:export@akron.com.ar)

### 3. PALOU

**Productos/Products:** Extractora/Unloading machine

**Página web/Web:** [www.tecnologiapalou.com.ar](http://www.tecnologiapalou.com.ar)

**Contactos:**

- **Dirección/Address:** RUTA 188 KM.110 ROJAS (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)
- **Teléfono/Phone:** (02475) 463377
- **e-mail:** [PALOU@TECNOLOGIAPALOU.COM.AR](mailto:PALOU@TECNOLOGIAPALOU.COM.AR)

### 4. BASF ARGENTINA S.A.

**Productos/Products:** Estabilizantes para plásticos agrícolas/Stabilizer additives for agricultural plastics. Inoculantes para ensilajes y Acidos Orgánicos para el mejor tratamiento y conservación de forrajes/Feed silage conservation products. Rodenticidas/Rodent control products, insecticidas/insecticides y herbicidas/weed control products.

**Página web/Web:** [www.basf.com.ar](http://www.basf.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Alejandro Cucco
- **Dirección/Address:** Tucumán 1, C1049AAA, Buenos Aires, Argentina.
- **Teléfono/Phone:** +54 11 4317- 9940
- **e-mail:** [alejandro.cucco@basf.com](mailto:alejandro.cucco@basf.com)

## 5. BAYER S.A.

**Productos/Products:** Rodenticidas/Rodents control products. Insecticida gorgoguicidas/Insecticides.

**Página web/Web:** [www.proteccionambiental.com.ar](http://www.proteccionambiental.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Nahuel Ruiz
- **Dirección/Address:** Ricardo Gutiérrez 3652, Munro (B1605EHD), Buenos Aires, Argentina
- **Teléfono/Phone:** Tel +54 11 4762-7128 Fax +54 11 4762-9486 Cel +54 9 11 -155 5800603
- **e-mail:** [carlosnahuel.ruiz@bayer.com](mailto:carlosnahuel.ruiz@bayer.com)

## 6. CAPP - COMITÉ ARGENTINO DE PLÁSTICOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Página web/Web:** <http://cappaplasticultura.com/sobre.html>

**Contactos:**

- **Teléfono/Phone:** (011) 4821-9603
- **e-mail:** [secretaria@cappaplasticultura.com](mailto:secretaria@cappaplasticultura.com)

## 7. DOW ARGENTINA

**Productos/Products:** Resinas de Polietileno para la fabricación de Silo Bolsas/Silo bag  
Polyethylene resins.

**Página web/Web:** [www.dowargentina.com.ar](http://www.dowargentina.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Maximiano Zanetti (Líder de aplicación tecnológica)
- **Dirección/Address:** Boulevard Cecilia Grierson 355, Dique IV, Piso 25 (C1107CPG)  
Puerto Madero - Buenos Aires, Argentina
- **Teléfono/Phone:** (+54)9111533255895
- **e-mail:** [mzanetti@dow.com](mailto:mzanetti@dow.com)

## 8. FUGRAN Comercial e Industrial S.A.

**Productos/Products:** Fosforo de aluminio y de magnesio/ Aluminum and magnesium phosphide, Insecticidas/Insecticides

**Página web/Web:** [www.fugran.com/es/](http://www.fugran.com/es/)

**Contactos:**

- **Dirección/Address:** Bernardo de Irigoyen 722 Piso 13 (C1072AAP) - Buenos Aires - Argentina
- **Teléfono/Phone:** +54 (11) 4342-1606 y rotativas
- **e-mail:** [bsas@fugran.com](mailto:bsas@fugran.com)

## 9. INDUSTRIAS METALÚRGICAS CESTARI S.R.L.

**Productos/Products:** Acoplado Tolvas Autodescargables/Self unloading grain wagon.

**Página web/Web:** <http://imcestari.com/>

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Juan Andres Cestari
- **Dirección/Address:** calle 9 N°1068, CP:2720, Colón, Buenos Aires, Argentina.
- **Teléfono/Phone:** +54 2473 430490
- **e-mail:** [juanandres@imcestari.com](mailto:juanandres@imcestari.com)

## 10. IPESA

**Productos:** Silo bolsa/Silo bag. Polietileno para el agro y la industria/Agriculture and industry polyethylene.

**Página web/Web:** [www.pesa.com.ar](http://www.pesa.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Alberto Mendiondo
- **Dirección/Address:** Marcelo T. de Alvear 4266 Ciudadela. C.P.: B1702CFY Buenos Aires Argentina
- **Teléfono/Phone:** 54 11) 4469 6800 Fax: (54 11) 4469 6800
- **e-mail:** [amendiondo@ipesa.com.a](mailto:amendiondo@ipesa.com.a)

## 11. LA PIPIOLA

**Productos/Products:** Selladoras de silo bolsa/ Silo bag thermo sealer

**Página web/Web:** [www.lapiiola.com.ar](http://www.lapiiola.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Martin Johnstone / Mauro Echague
- **Dirección/Address:** Sarmiento 4267 CABA
- **Teléfono/Phone:** (+54) 911 3462 661115
- **e-mail:** mauro.echague@hotmail.com / lapiiolaargentina@hotmail.com

## 12. MARTINEZ Y STANECK SA

**Productos/Products:** Embolsadoras/Unloading Machines, embudidoras de grano húmedo/Wet grain baggers, mixers mezcladores/Mixer, rotoenfardadoras/Baler.

**Página web/Web:** [www.martinezystaneck.com.ar](http://www.martinezystaneck.com.ar)

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Ricardo Yozzi
- **Dirección/Address:** Calles 4 y 5 Parque Industrial Tandil
- **Teléfono/Phone:** (+54) 249 4452575 / 4452676 / 4452978
- **e-mail:** ventas@martinezystaneck.com.ar // ryozzi@martinezystaneck.com.ar

## 13. OMBÚ - MÁQUINAS AGRÍCOLAS

**Productos:** embolsadoras de grano/Bagging Machine, extractoras de granos/Unloading Machine, acoplado tolvas autodescargables/Self unloading grain wagon, embudidoras de forrajes/Grass and forage bagger, equipos para cosecha/Grain harvesting equipment, pulverización/Sprayers.

**Página web/Web:** [www.maquinasombu.com.ar](http://www.maquinasombu.com.ar)

**Contactos:**

**Nombre/Name:** Danilo Gribaudo / Director - International Trade Dept & Diego Falconi / Commercial Area - International Trade Dept

- **Dirección/Address:** Area Industrial – Las Parejas
- **Teléfono/Phone:** (+54) 3471 471027
- **e-mail:** danilog@maquinasombu.com.ar & d.falconi@maquinasombu.com.ar

## 14. RICHIGER

**Productos/Products:** embolsadoras/Bagging Machine, extractoras/Unloading Machine, acoplados tolva autodescargables/Self unloading grain wagon, quebradoras/moledoras embolsadoras/Forage bagger.

**Página web/Web:** <http://www.richiger.com.ar/>

**Contactos:**

- **Nombre/Name:** Lic. Alejandro Bertoldi
- **Dirección/Address:** Sunchales, Santa Fe, Argentina.
- **Teléfono/Phone:** +54 93493 406620
- **e-mail:** abertoldi@richiger.com.ar

## 15. SEAL SB

**Productos/Products:** Selladoras de silo bolsa/ Silo bag thermo sealer

**Página web/Web:** [www.sealsb.com](http://www.sealsb.com)

**Contacto/Contact:**

- **Nombre/Name:** Aliaga Agustín
- **Dirección/Address:** 25 de Mayo 2974 - Pergamino (2700) Pcia. de Buenos Aires Argentina
- **Teléfono/Phone:** 054 2477 15364452 / 15614325
- **e-mail:** ara.aliaga@gmail.com

#### 16. SILCHECK SA

**Productos/Products:** Monitoreo de silo bolsas/Silo bag monitoring

**Página web/Web:** [www.silcheck.com](http://www.silcheck.com)

**Contactos/Contacts:**

- **Dirección/Address:** Pellegrini 306 Junin (BsAs)
- **Teléfono/Phone:** (+54) 236-4634435
- **e-mail:** [administrador01@silcheck.com](mailto:administrador01@silcheck.com); [comunicacion@silchec.com](mailto:comunicacion@silchec.com)

#### 17. SILOBOLSA PLASTAR

**Productos/Product:** Silo bolsa/Silo bag

**Página web/Web:** <http://www.silobolsa.com>

**Contactos/Contacts:**

- **Dirección/Address:** J. Jufre 1907- Villa Tesei, Buenos Aires - Argentina
- **Teléfono/Phone:** (5411) 4459.5577 / (5411) 4459.5665
- **e-mail:** [silobolsa@plastargroup.com](mailto:silobolsa@plastargroup.com)

#### 18. SMARTIUM / GRUPO BARRILLI

**Productos/Products:** Monitoreo de silo bolsa/Silo bag monitoring

**Página web/Web:** <http://www.barrilli.com>

**Contactos/Contacts:**

- **Dirección/Address:** Rioja 1474 4º piso - Rosario, Santa Fe - Argentina
- **Teléfono/Phone:** (+54) 341 – 410 2000
- **e-mail:** [gbarrilli@barrilli.com](mailto:gbarrilli@barrilli.com)

#### 19. TUBHIER S.A. - Graner

**Productos/Products:** Silo bolsa/Silo bag

**Página web/Web:** [www.graner.com.ar](http://www.graner.com.ar)

**Contactos/Contacts:**

- **Dirección/Address:** Av. Alicia Moreau de Justo 400 Piso 1 (C1107AAH) Buenos Aires Argentina
- **Teléfono/Phone:** (54 11) 3753 3700
- **e-mail:** [fernando.fernandez@tubhier.com.ar](mailto:fernando.fernandez@tubhier.com.ar)

#### 20. VENADOS MANUFACTURA PLASTICA SA - Agrimplex

**Productos/Products:** Silo bolsa/Silo bag

**Página web/Web:** [www.inplexvenados.com.ar](http://www.inplexvenados.com.ar)

**Contactos/Contacts:**

- **Nombre/Name:** Mauricio Scatamacchia
- **Dirección/Address:** Dardo Rocha 944 - Martínez
- **Teléfono/Phone:** (+54 11) 5282-3500
- **e-mail:** [Mauricio.scatamacchia@inplexvenados.com](mailto:Mauricio.scatamacchia@inplexvenados.com)

# Programa

## Lunes 13 de octubre-Inscripción

Lugar: Hotel Presidente Perón, Mar del Plata

### Agenda

14:00 - 19:00	Acreditaciones
18:30	Apertura de stands al público
19:00 - 21:00	Cóctel de bienvenida e inauguración formal

## Martes 14 de octubre-Conferencias y Exposición de Trabajos Científicos (presentaciones orales y posters)

Lugar: Hotel Presidente Perón, Mar del Plata

### Agenda

7:00	Apertura de acreditaciones
8:00 - 8:35	"Evolución Tecnológica del Almacenamiento de Granos en Bolsas Plásticas". Cristiano Casini, consultor privado, Argentina.
8:35 - 9:10	"Almacenamiento en Silo Bolsa y Calidad del Grano". Ricardo Bartosik, INTA Balcarce, Argentina.
9:10 - 9:30	Presentación Oral - Conservación de arroz en bolsas plásticas. Una década de investigación en Argentina-Ramón Hidalgo
9:30 - 10:05	"Monitoreo de silo bolsas, evolución y perspectivas". Leandro Cardoso, INTA Balcarce, Argentina.
10:05 - 11:00	Coffee Break – Sesión de posters – Visitas a stands
11:00 - 11:35	"Efecto de las atmósferas modificadas sobre los insectos con especial énfasis en el silo bolsa". Shlomo Navarro, Consultor privado - Food Technology International Consultancy Ltd., Israel.
11:35 - 12:10	"El ecosistema del granel y el control de plagas en silos bolsa". Domingo Yanucci, Consultor privado – Consulgran, Brasil.
12:10 - 12:30	Presentación Oral - Aplicación de fumigantes en granos de girasol almacenados en bolsas plásticas herméticas – Bárbara Carpaneto
12:30 - 14.00	Almuerzo libre
14:00 - 14:35	"Modelado del ambiente de almacenamiento en silo bolsa y la calidad del grano". Analia Gastón, FCEIA - UNR, Argentina.
14:35 - 14:55	Presentación Oral – Limitaciones de uso de la temperatura como variable para monitorear las condiciones de almacenamiento en silo bolsa – Rita Abalone.

Continúa en página siguiente

14:55 - 16:00	<p>Mesa redonda: "El silo bolsa en Argentina: experiencias de usuarios".  "Experiencias del uso de silo bolsas en una explotación mixta".  Juan Camio, productor agropecuario, Argentina.  "Experiencias del uso de silo bolsas en una explotación arrocerera".  Christian Jetter, productor arrocerero, Argentina.  "Experiencias del uso de silo bolsas en la industria de la cebada cervecera".  Marcelo Jezovski, responsable de acopio de una maltería, Argentina.  <b>Moderador:</b> Juan Carlos Rodríguez, Consultor privado, Argentina.</p>
16:00 - 17:00	Coffee Break – Sesión de posters – Visitas a stands
17:00 - 19:00	<p>Taller: "Reciclado de silo bolsas."  "Una visión del Reciclado en el Ambiente Rural." Diana Crespo, INTA Castelar, Argentina.  "Plasticultura y ambiente: reciclado y valorización de residuos plásticos agrícolas". Cristina Inocenti, INTI Plásticos, Argentina.  "Beneficios del reciclado industrial de plásticos y sustentabilidad de la industria". José Luis Picone, CAIRPLAS, Argentina.  "Beneficios de utilizar un servicio de recolección y reciclado de silo bolsa en desuso." Sergio Ortiz, SicloRural, Argentina.  <b>Moderador:</b> Diana Crespo, INTA Castelar, Argentina.</p>
19:00	Fin de la jornada

*\*Durante toda la jornada los Asistentes y los Sponsors tendrán a disposición una sala de reuniones.*

## Miércoles 15 de octubre-Conferencias y Exposición de Trabajos Científicos (presentaciones orales y posters)

Lugar: Hotel Presidente Perón, Mar del Plata

### Agenda

8:00 - 8.35	"Micotoxinas y silo bolsa". Ana Pacín, Fundación de Investigaciones Científicas Teresa Benedicta de la Cruz, Argentina.
8:35 - 8:55	Presentación Oral – Influencia del ambiente hermético sobre el crecimiento y esporulación de poblaciones fúngicas micotoxigénicas en maíz – Claudia Castellari
8:55 - 9:30	"Sanidad e inocuidad de los granos". María José Martínez, INTA Manfredi, Argentina.
9:30 - 10:05	"Modelos bioeconómicos para mejorar el manejo del silo bolsa". Hernán Urcola, INTA Balcarce, Argentina.
10:05 - 11.00	Coffee break – Sesión de posters – Visitas a stands
11:00 - 11:20	Presentación Oral – Impacto económico de la investigación y el desarrollo del silo bolsa en Argentina - Nicolás Gatti.
11:20 - 11:55	"Impacto del silo bolsa en la logística del sector agropecuario". Remigio Berruto, Universidad de Torino, Italia.
11:55 - 12:30	"Mejorar la seguridad alimentaria y reducir las pérdidas mundiales de poscosecha a través del almacenamiento hermético". Dirk Maier, Universidad de Kansas, EEUU.

14:00 - 14:35	"El silo bolsa en los modelos productivos de carne". Francisco Santini, INTA Balcarce, Argentina.
14.35 - 14:55	Presentación Oral – Efecto de aditivos químicos en la fermentación y estabilidad aeróbica de cebada aplastada en silo bolsa – Horst Auerbach
14:55 - 16:00	Mesa redonda: "Experiencias y perspectivas del uso del silo bolsa en el mundo." "Experiencias del uso de silo bolsas en Brasil y el resto del mundo." Héctor Malinarich, IPESA, Argentina. "Experiencias del uso de silo bolsas en Rusia y el resto del mundo." Fernando Izrael, Plastar, Argentina. "Exportaciones de la tecnología de silo bolsa". Carlos Braga, Fundación CIDETER, Argentina. <b>Moderador:</b> Mario Bragachini, INTA Manfredi, Argentina.
16:00 - 17.00	Coffee Break – Sesión de posters – Visitas a stands.
17:00 - 19:00	Taller: "Prevención y manejo de daños por aves y mamíferos (roedores y peludos)." Control de roedores sinantrópicos en áreas con silos bolsa. Marcelo Hoyos, BASF, Argentina. Revisión del potencial de las aves para dañar silo bolsa en agroecosistemas del centro-norte de Argentina. Sebastián Dardanelli, INTA Paraná, Argentina. Los armadillos en los agroecosistemas de la pampa bonaerense: primeros datos acerca de los peludos ( <i>Chaetophractus villosus</i> ) y su impacto sobre los silo bolsas. Agustín Abba, Facultad de Ciencias Naturales y Museo - UNLP, Argentina. <b>Moderador:</b> Pablo Manetti, Facultad de Ciencias Agrarias – UNMdP, Argentina.
19:00	Fin de la jornada
21:00	Cena de Gala (no incluida - opcional).

*\*Durante toda la jornada los Asistentes y los Sponsors tendrán a disposición una sala de reuniones.*

## Jueves 16 de octubre–Día de Campo + Ronda de Negocios

Lugar: Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA (Balcarce) – Hotel Presidente Perón (Mar del Plata)

### Agenda

8:00 - 9:30	Traslado desde Mar del Plata a INTA Balcarce Lugar de partida: Hotel Presidente Perón.
9:30	Llegada a INTA Balcarce.
9:30 - 13:00	Día de campo: exposición estática y demostraciones dinámicas de la tecnología de silo bolsa
13:00 - 14:00	Almuerzo de campo y discurso de cierre del Congreso

*Continúa en página siguiente*



14:00	Actividades alternativas: Ronda de Negocios o Capacitación para operarios (según el interés de cada Asistente)
	<b>Opción 1:</b> Ronda de Negocios
14:00 - 15:30	Traslado desde INTA Balcarce a Mar del Plata
15:30	Arribo al Hotel Presidente Perón
15:30 - 20:00	Ronda de Negocios (en Hotel Presidente Perón)
20:00	fin de la jornada – fin del Congreso
	<b>Opción 2:</b> Capacitación para operarios
14:00 - 16:00	Capacitación para operarios sobre embolsadoras, extractoras y buenas prácticas en el uso de silo bolsas. Mauricio Santa Juliana, INTA Manfredi, y Darío Ochandio, INTA Barrow.
16:00 - 17:30	Traslado desde INTA Balcarce a Mar del Plata
17:30	Arribo al Hotel Presidente Perón
	fin de la jornada – fin del Congreso

---

# Programme

Monday, October 13<sup>th</sup> - Registration

Presidente Perón Hotel, Mar del Plata

## Agenda

14:00 - 19:00	Accreditation opening
18:30	Sponsors' stands opening
19:00 - 21:00	Inaugural ceremony and Welcome cocktail

Tuesday, October 14<sup>th</sup> - Keynotes and Scientific Work Presentation (Oral expositions and posters)

Presidente Perón Hotel, Mar del Plata

## Agenda

7:00	Accreditation opening
8:00 - 8:35	"Technological evolution of grain storage in plastic bags." <i>Cristiano Casini, Private consultant, Argentina.</i>
8:35 - 9:10	"Silo bag grain storage and grain quality". <i>Ricardo Bartosik, INTA Balcarce, Argentina.</i>
9:10 - 9:30	Scientific work presentation (oral exposition)
9:30 - 10:05	"Silo bag monitoring: evolution of the technologies and future perspectives". <i>Leandro Cardoso, INTA Balcarce, Argentina.</i>
10:05 - 11:00	Coffee Break – Posters session – Visits to stands
11:00 - 11:35	"Effects of Modified Atmospheres on insects with special reference to silo bags". <i>Shlomo Navarro, Private consultant - Food Technology International Consultancy Ltd., Israel.</i>
11:35 - 11:55	Scientific work presentation (oral exposition)
11:55 - 12:15	Scientific work presentation (oral exposition)
12:15 - 12:50	"Grain ecosystem and pest control in silo bags". <i>Domingo Yanucci, Private consultant – Consulgran, Brasil.</i>
12:50 - 14:30	Free Time for lunch
14:30 - 15:00	"Modeling of the silo bag environment and the grain quality". <i>Analia Gastón, FCEIA - UNR, Argentina.</i>
15:00 - 16:00	Round table: " <i>The silo bag in Argentina: users' experiences</i> ". "The use of silo bag in a mixed farm". <i>Juan Camio, farmer, Argentina.</i> "The use of silo bag for rice storage". <i>Christian Jetter, rice producer, Argentina.</i> "The use of silo bag within the malting barley industry". <i>Marcelo Jezovski, Manager of a malting barley storage facility, Argentina.</i> <b>Moderator:</b> <i>Juan Carlos Rodríguez, Private consultant, Argentina.</i>

16:00 - 17:00	<i>Coffe Breack - Posters session - Visits to stands</i>
17:00 - 19:00	<p>Workshop: "Silo bag recycling."          "An overview of recycling in the rural environment."  <i>Diana Crespo, INTA Castelar, Argentina.</i></p> <p>"Plasticulture and atmosphere: recovery and recycling of agricultural plastic waste."  <i>Cristina Inocenti, Plastics INTI, Argentina.</i></p> <p>"Benefits of industrial plastic recycling and sustainability of the industry."  <i>José Luis Picone, CAIRPLAS, Argentina.</i></p> <p>"Benefits of using a collection service and recycling silo bag waste".  <i>Sergio Ortiz, SiculoRural, Argentina.</i></p> <p>Moderator: <i>Diana Crespo, INTA Castelar, Argentina.</i></p>
19:00	Fin de la jornada

*\*A meeting room in the Hotel will be available during the day for he Attendees and the Sponsors.*

## Wednesday, October 15<sup>th</sup> - Keynotes and Scientific Work Presentations (Oral expositions and posters)

Presidente Perón Hotel, Mar del Plata

### Agenda

7:00	Accreditation opening
8:00 - 8:35	<p>"Silo bags and mycotoxins".  <i>Ana Pacín, Fundación de Investigaciones Científicas Teresa Benedicta de la Cruz, Argentina.</i></p>
8:35 - 8:55	Scientific work presentation (oral exposition).
8:55 - 9:30	<p>"Grains' health and safety".  <i>María José Martínez, INTA Manfredi, Argentina.</i></p>
9:30 - 10:05	<p>"Bioeconomic Models to Improve Silo Bag Handling".  <i>Hernán Urcola, INTA Balcarce, Argentina.</i></p>
10:05 - 11:00	<i>Coffee break – Posters session – Visits to stands</i>
11:00 - 11:20	Scientific work presentation (oral exposition).
11:20 - 11:55	<p>"The impact of the silo bag in the agricultural sector logistics".  <i>Remigio Berruto, Torino University, Italy.</i></p>
11:55 - 12:30	<p>"Increasing Global Food Security and Reducing Post-Harvest Loss with Hermetic Storage of Grains".  <i>Dirk Maier, Kansas University, USA.</i></p>
12:30 - 13:05	<p>"Use of silo bags for the beef production industry".  <i>Francisco Santini, INTA Balcarce, Argentina.</i></p>
13:05 - 14:30	Free time for lunch
14:30 - 14:50	Scientific work presentation (oral exposition).

14:50 - 15:10	Scientific work presentation (oral exposition).
15:10 - 16:10	Round table: "The use of silo bag in foreign countries: overview and perspectives." "The use of silo bag in Brasil and other foreign countries" <i>Héctor Malinarich, IPESA, Argentina.</i> "The use of silo bag in Russia and other foreign countries." <i>Fernando Izrael, Plastar, Argentina.</i> "Silo bag technology exports". <i>Carlos Braga, CIDETER Foundation, Argentina.</i> Moderator: <i>Mario Bragachini, INTA Manfredi, Argentina.</i>
16:10 - 17:00	<i>Coffee Break</i> – Posters session – Visits to stands
17:00 - 19:00	Workshop: "Birds and mammals (rodents and big hairy armadillo): Prevention and management of damage to silo bags." Control of synanthropic rodents in areas with silo bags. <i>Marcelo Hoyos, BASF, Argentina.</i> Review of birds' potential to damage silo bag in the agro-ecosystems of central-northern Argentina. <i>Sebastián Dardanelli, INTA Paraná, Argentina</i> Armadillos in agro-ecosystems of the Buenos Aires pampas: first data about the big hairy armadillo ( <i>Chaetophractus villosus</i> ) and its impact on the silo bag. <i>Agustín Abba, Natural Sciences School and Museum La Plata University, Argentina.</i> Moderator: <i>Pablo Manetti, Agriculture Sciences School Mar del Plata University, Argentina.</i>
19:00	End of the day
21:00	Gala Dinner (not included)

*\*A meeting room in the Hotel will be available during the day for the Attendees and the Sponsors.*

## Thursday, October 16<sup>th</sup> - Field Day + Business Round

Agricultural Research Station Balcarce, INTA (Balcarce)  
Presidente Perón (Hotel Mar del Plata)

### Agenda

8:00 - 9:30	Transfer from Mar del Plata to INTA Balcarce. Place of departure: Hotel Presidente Perón.
9:30	Arrival to INTA Balcarce.
9:30 - 13:00	Field Day: static exposure and dynamic demonstrations of technology silo bag
13:00 - 14:00	Lunch and field closing speech of Congress

14:00

Alternative activities: Training for operators or Business Round  
(as the interest of each Assistant)

14:00 - 15:30  
15:30

**Option 1: *Business Round***

Transfer from INTA Balcarce to Mar del Plata

Arrival to Presidente Perón Hotel

15:30 - 20:00  
20:00

Round Business (Presidente Perón Hotel)

End of the day – End of the Conference

14:00 - 16:00

**Option 2: *Training for machinery operators***

for operators regarding bagging and un-bagging machines, and best practices in the use of silo bags. Mauricio Santa Juliana, INTA Manfredi, and Darío Ochandio, INTA Barrow.

16:00 - 17:30  
17:30

Transfer from INTA Balcarce to Mar del Plata

Arrival at Hotel Presidente Perón

End of the day - End of the Conference

---



