



## ALMACENAMIENTO DE CEBADA CERVECERA EN SILOS BOLSA

JOSE I. MASSIGOGÉ<sup>1</sup>; LEANDRO CARDOSO<sup>2</sup>, RICARDO BARTOSIK<sup>3</sup>, JUAN C. RODRIGUEZ<sup>3</sup> y DARÍO OCHANDIO<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Ing. Agrónomo. Ms Sc. Chacra Experimental Integrada Barrow. INTA PRECOP. Argentina.

[jmassigoge@correo.inta.gov.ar](mailto:jmassigoge@correo.inta.gov.ar) 0054 02983 431081 o 431083

<sup>(2)</sup> Ing. Agrónomo. EEA Balcarce. INTA PRECOP. Argentina.

<sup>(3)</sup> Ing. Agrónomo. Dr. EEA Balcarce. INTA PRECOP. Argentina.

Presentado en el

IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010  
XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010  
25 a 29 de julho de 2010 - Vitória - ES, Brasil

**RESUMEN:** en Argentina la industria maltera/cervecera almacena cebada en bolsas plásticas herméticas (silos bolsa). Los objetivos de este trabajo fueron: 1) determinar la evolución de la calidad de la cebada cervecera destinada a la industria almacenada en silos bolsa, y 2) establecer la relación entre cambios en la calidad y la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de la bolsa, como indicador de la tasa de respiración debido a la actividad biológica del granel.

El ensayo se realizó en instalaciones de Cervecería y Maltería Quilmes localizada en la ciudad de Tres Arroyos en el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina), donde se almacenaron mas de 10.000 tn de cebada seca en algo mas de 50 bolsas plásticas a las que se les realizó el seguimiento durante un periodo de almacenamiento de hasta 1 año. Los resultados de una muestra de estas bolsas, demostraron que bajo las condiciones de esta experiencia es factible almacenar cebada cervecera seca en este sistema silobolsa sin pérdidas de calidad, ya que, en general, los rubros más importantes desde el punto de vista industrial no se vieron afectados durante el periodo de almacenaje evaluado. Además, mediante la medición de la concentración de CO<sub>2</sub>, fue posible detectar actividad biológica inusualmente alta en algunas bolsas.

**PALABRAS CLAVES:** cebada cervecera, almacenaje, silo bolsa, CO<sub>2</sub>

### STORAGE OF MALTING BARLEY IN SILO BAGS

**ABSTRACT:** in Argentina, the malting barley industry store barley in hermetic plastic bags (silobags). The goals of this study were: 1) to determine the changes in the quality for malting barley during storage in the silobag, and 2) establish the relationship between quality changes and CO<sub>2</sub> concentration, as an indicator of respiration due to biological activity in the grain mass.

The field test was carried out in the facility of Cervecería y Maltería Quilmes, located in Tres Arroyos city, in the South of Buenos Aires province, Argentina, where more than 10.000 tn of dry malting barley are stored in the silobag system. The study was done in more than 50 silobags during a storage period of up to 1 year. The results demonstrated that under the evaluated conditions it was possible to store dry malting barley in a silobag system without quality losses, since, in general, the most important quality parameters for the industry were

not affected during the considered storage period. Additionally, unusually high biological activity in some bags was detected by measuring CO<sub>2</sub> concentration.

**KEY WORDS:** malting barley, storage, silo bag, CO<sub>2</sub>

## INTRODUCCIÓN

Argentina es el principal productor de cebada cervecera de América del Sur, y también el principal proveedor de cebada y malta de la región, exportando a países como Brasil, Colombia, Ecuador y Perú (CICA, 2010). La producción de cebada cervecera en la Argentina ha crecido considerablemente en los últimos años, llegando a casi 590.000 has en la campaña 2008/9 (MAGPyA, 2009). A su vez, la provincia de Buenos Aires concentra aproximadamente el 95 % del total nacional. Especialmente el sur de esta provincia es una importante zona productora. Esto se relaciona a que las características edafoclimáticas de esta región son aptas para la producción de este cereal, y también con que las principales malterías están radicadas en esta zona (en Bahía Blanca se localiza la maltería de Cargill con una capacidad de 225.000 tn, en Puán la Maltería Pampa con 180.000 tn, y en Tres Arroyos la de Quilmes con 200.000 tn de capacidad de producción (CICA, 2010)).

En Argentina la industria maltera tiene marcada ingerencia sobre la producción de cebada. Esta intervención la realiza mediante convenios que establece con los productores agropecuarios. Este mecanismo le permite controlar la cantidad y calidad producida de su principal materia prima. En estos contratos, además del precio y otras condiciones, se fija la calidad que debe tener la producción, las condiciones de recibo y las bonificaciones y rebajas a aplicar de acuerdo a esa calidad (MASSIGOGE, 2005).

Entre los principales atributos de calidad que interesan a la industria, se debe mencionar el contenido de proteína, el calibre y la cuarta clase. Pero si bien, los parámetros anteriores son importantes, sin lugar a dudas el poder germinativo (PG) es clave en la cebada para malteo. Esto se debe a que el procesamiento industrial de la cebada destinada a cerveza tiene mayores exigencias que el de otros cereales, ya que la transformación de cebada en malta es un proceso netamente biológico (para obtener la malta la cebada debe germinar). Por lo tanto, un bajo poder germinativo es un problema muy grave para la industria. Este defecto se relaciona con errores humanos en el manejo del cereal, ya sea por un inadecuado secado artificial (por altas temperaturas o excesivos tiempos de secado), o por un almacenamiento deficiente. Por lo tanto, el almacenaje de la cebada es considerado una etapa crítica del proceso, y es por esto que la industria exige la entrega de la mercadería inmediatamente después de la cosecha, para asegurarse de esta manera controlar todos los factores que inciden en una buena conservación de su materia prima (MASSIGOGE, 2005).

La capacidad de almacenaje en instalaciones fijas de las malterías argentinas se estima en 489.000 tn (OCHANDIO y otros, 2009). Por otra parte, la industria por año adquiere 1.600.000 tn de cebada aproximadamente, por lo que una porción importante de esta mercadería es almacenada en plantas de terceros, y últimamente y cada vez en mayor proporción, en sistemas de almacenaje temporarios, específicamente en silos bolsas (CICA, 2010).

El sistema de almacenamiento en silos bolsas consiste en almacenar grano en bolsas de plástico (polietileno de baja densidad) herméticamente cerradas. El principio básico del almacenamiento en bolsas plásticas herméticas, se basa en la creación de una atmósfera auto modificada (BARTOSIK y otros, 2009 a), producida por la respiración del granel que aumenta la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y disminuye la de oxígeno (O<sub>2</sub>).

Investigaciones recientes (BARTOSIK y otros, 2009b) encontraron que la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire intersticial de los granos es un buen indicador de la actividad

biológica en la masa del grano almacenado en silo bolsa, y una herramienta útil para determinar el nivel de riesgo de almacenamiento en este sistema.

Argentina es el país de mayor volumen almacenado bajo el sistema de silo bolsa. En la campaña 2007/08 se almacenaron 35 millones de toneladas de granos en este sistema (RODRIGUEZ, 2009). Si bien hay estudios sobre la evolución de distintos parámetros de calidad (humedad, peso hectolítrico, poder germinativo, etc.) en diferentes granos almacenados en bolsas plásticas, existen pocos antecedentes que demuestren la estabilidad de los parámetros de calidad industrial de cebada cervecera bajo este sistema de almacenamiento, y su relación con la concentración de CO<sub>2</sub>. Por estas razones, durante los años 2009/2010 se desarrolló un seguimiento de cebada cervecera almacenada en silos bolsa.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) determinar la evolución de la calidad de la cebada cervecera destinada a la industria almacenada en silos bolsa, y 2) establecer la relación entre cambios en la calidad y la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de la bolsa, como indicador de la tasa de respiración debido a la actividad biológica del granel.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en instalaciones de Cervecería y Maltería Quilmes localizada en Tres Arroyos, al sur de la provincia de Buenos Aires (38° 22' 36,6" Lat N y 60° 16' 33,8" Long O). En este lugar se almacenaron más de 10.000 tn de cebada cervecera en bolsas plásticas. Para ello se utilizaron bolsas de polietileno de 235 micrones de espesor, de 2,74 m (9 pies) de diámetro y de 60 m de largo, con una capacidad de aproximadamente 170 tn de cebada.

Estas bolsas se confeccionaron desde diciembre de 2008 hasta agosto de 2009. La mayor cantidad de bolsas se hicieron durante los meses de diciembre de 2008, y enero y febrero de 2009, con cebada procedente del campo. Las bolsas que se confeccionaron de marzo en adelante fueron confeccionadas con cebada procedente de plantas de silos. En todos los casos, la cebada que se almacenó tenía una humedad inferior a la humedad de recibo.

El trabajo que aquí se presenta consistió en realizar un seguimiento de 56 bolsas, midiendo la evolución de la calidad y de la actividad biológica del granel. El seguimiento de la calidad se hizo mediante muestreo y análisis, y observación visual. El muestreo se realizó con un calador de camiones, perforando las bolsas en 3 sitios más o menos equidistantes. Después del calado, los orificios fueron reparados con el objetivo de mantener la hermeticidad de las bolsas. Esta tarea se repitió cada 75 días aproximadamente. El primer calado se hizo el 16 de marzo de 2009 y el último que se informa en este trabajo, el 2 de febrero de 2010. En ese período cada bolsa se muestreó entre 3 y 5 oportunidades dependiendo del tiempo de almacenamiento. Las muestras fueron remitidas al laboratorio de Cervecería y Maltería Quilmes. Los parámetros de calidad evaluados fueron: humedad, PG, proteína, calibre, cuarta clase, y presencia o ausencia de insectos vivos. El contenido de agua y el tenor proteico se midieron con un Infratec 1241 (transmisión de infrarrojo cercano), y el PG con la técnica del vitascopio. El calibre (material retenido sobre la zaranda de 2,5 mm) y la cuarta clase (material que atraviesa la zaranda de 2,2 mm) se evaluaron con una zaranda de tajo de laboratorio. En la tabla 1 se pueden observar los valores de PG, humedad, proteína, calibre, cuarta clase e insectos de la norma de comercialización de cebada cervecera en Argentina (SENASA, 2010).

TABLA 1: valores de PG, humedad, proteína, calibre, cuarta clase e insectos de la norma de comercialización de cebada cervecera en Argentina.

Parámetro	Base de comercialización	Tolerancia de recibo
PG	Mínimo: 98%	Mínimo: 95%
Humedad	Máximo: 12 %	Máximo: 12,5%

Proteína	Mínimo: 10% Máximo: 12%	Máximo: 13%
Calibre		Mínimo: 85 %
Cuarta clase		Máximo: 3 %
Insectos		Libre

Además, al momento del vaciado de las bolsas, se constató por observación visual el estado de la mercadería que se cargaba (presencia o ausencia de material en descomposición, olores objetables, etc) y el estado de las bolsas (presencia o ausencia de roturas, etc).

El seguimiento de la actividad biológica se realizó mediante la medición de la concentración de CO<sub>2</sub>, como indicador de la tasa de respiración del granel. La concentración de CO<sub>2</sub> se midió con un analizador portátil de gases PBI Dan Sensor CheqPoint que toma una muestra del gas del interior de la bolsa por medio de una pequeña aguja hipodérmica. Cada 5 metros lineales de bolsa se tomó un punto de medición de CO<sub>2</sub>. Esta tarea se repitió aproximadamente cada 30 días, comenzando el 5 de marzo de 2009 y finalizando este trabajo el 15 de febrero.

En la tabla 2 se pueden observar los registros meteorológicos mensuales durante el período en que realizó la experiencia.

TABLA 2: registros meteorológicos mensuales (lluvia, humedad relativa (HR), temperaturas y cantidad de heladas) entre diciembre de 2008 y febrero de 2010.

MES	AÑO	LLUVIA (mm)	HR (%)	TEMPERATURA ABRIGO (°C)			N° HELADAS
				MEDIA	MAXIMA	MINIMA	
DICIEMBRE	2008	52	50	22,4	29,2	13,2	0
ENERO	2009	38	48	23,9	31,8	14,5	0
FEBRERO	2009	28	50	23,4	30,7	14,1	0
MARZO	2009	131	66	20,4	27,3	14,5	0
ABRIL	2009	26	61	15,2	23,8	7,4	2
MAYO	2009	42	70	11,5	18,5	5,5	6
JUNIO	2009	56	72	7,6	13,7	2,3	9
JULIO	2009	38	71	6,1	12,7	0,6	16
AGOSTO	2009	4	60	11,2	18,5	4,6	4
SEPTIEMBRE	2009	36	72	9,2	16,0	2,7	10
OCTUBRE	2009	46	60	14,1	20,9	6,8	4
NOVIEMBRE	2009	74	54	18,1	24,7	8,7	1
DICIEMBRE	2009	61	54	20,8	27,2	12,0	0
ENERO	2010	51	51	25,1	31,6	15,0	0
FEBRERO	2010	259	72	20,5	26,5	13,5	0

Durante el período llovieron 942 mm con una HR media del aire del 60 %. La temperatura media mensual del aire fue de 16,6 °C, con un máximo en los meses de enero, y un mínimo en julio, y con la ocurrencia de 52 heladas en todo el período.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Como se mencionó anteriormente, el PG es muy importante en la cebada cervecera destinada a industria. En ese sentido, entre los principales resultados se debe mencionar en primer lugar, que el PG promedio no se vio afectado durante el tiempo considerado, manteniéndose en un valor cercano al 99 % (98,8% promedio con un desvío estándar (DS) de 0,14).

### EVOLUCION DEL PODER GERMINATIVO PROMEDIO (%)

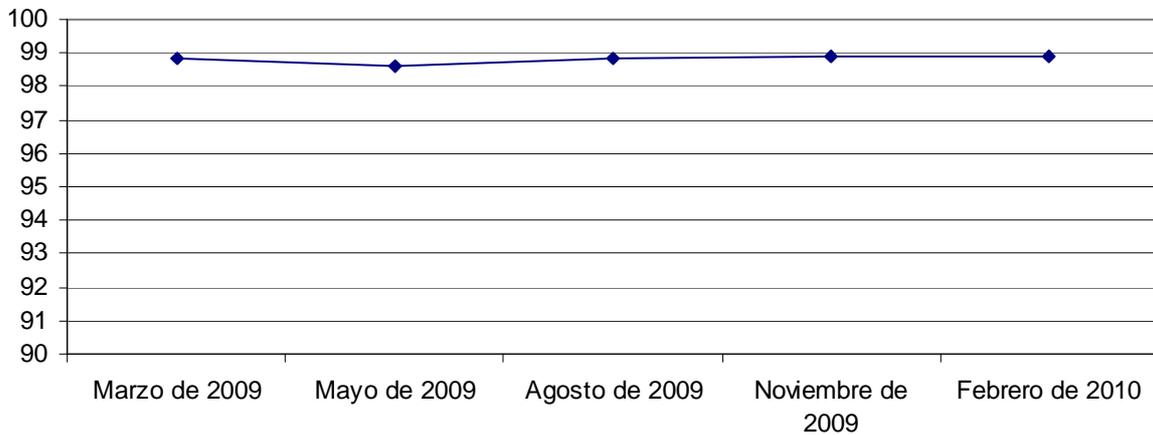


FIGURA 1: Evolución del PG promedio durante el tiempo de almacenaje evaluado.

De las 56 bolsas, solo 2 (3,5%) vieron afectado su PG, una en forma muy leve bajando al 94%, y la restante en forma un poco más marcada reduciendo su PG a un 86% (figura 1). Esto coincide con lo reportado por BARTOSIK y otros (2009a) que para maíz, trigo, soja y girasol, y después de 150 días de almacenamiento, no encontraron caídas significativas en la mayoría de los parámetros de calidad, a excepción del PG que en algunos casos resultó ligeramente afectado.

Al mismo tiempo, como se puede observar en la figura 2, el contenido de humedad y la proteína tampoco se modificaron durante el tiempo de almacenamiento (promedio 11,3 % con un DS del 0,17, y 11,7% con un DS de 0,07 respectivamente). Esto coincide con lo encontrado por OCHANDIO y otros (2009) también para cebada, y por BARTOSIK y otros (2009a) para maíz, trigo, soja y girasol almacenados en bolsas plásticas.

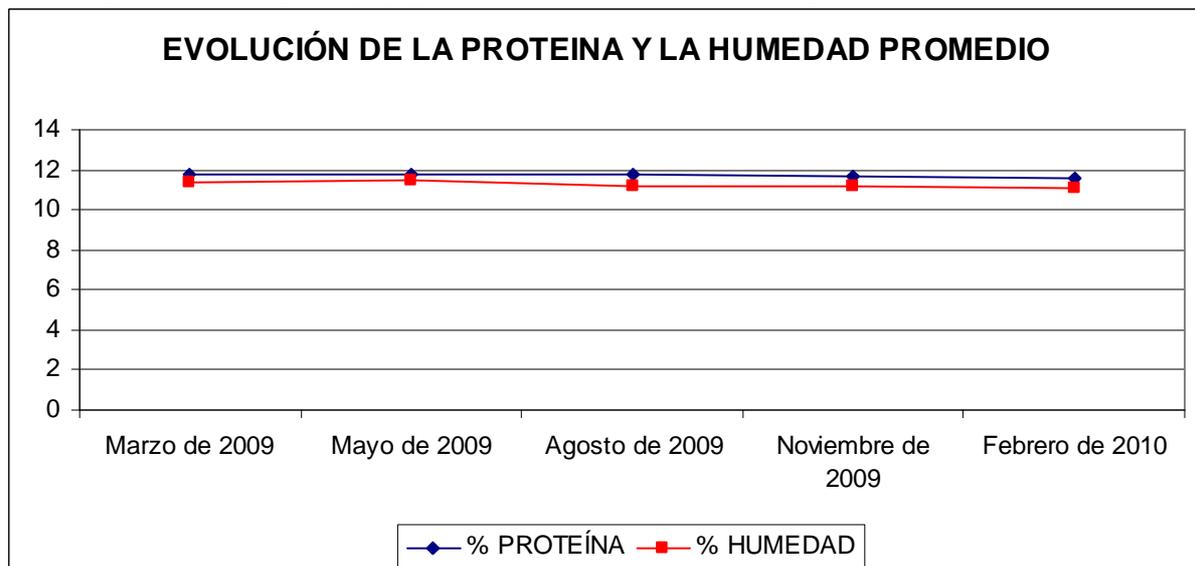


FIGURA 2: Evolución de la proteína y la humedad promedio durante el tiempo de almacenamiento evaluado.

En cuanto al calibre y a la cuarta clase, tampoco se vieron afectados durante el tiempo de almacenamiento, tal como se puede ver en la figura 3. El calibre arrojó un promedio de 76,4% (DS=1,57) y la cuarta clase de 5,1% (DS=0,71). Las diferencias están relacionadas con errores experimentales (de muestreo y laboratorio).

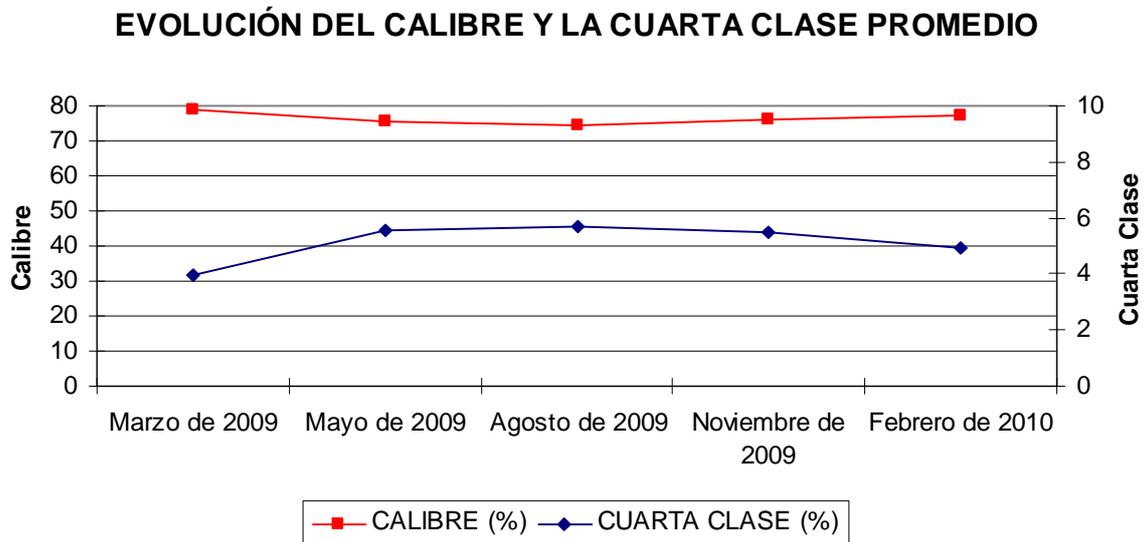


FIGURA 3: Evolución del calibre y la cuarta clase durante el tiempo de almacenaje evaluado.

En 6 bolsas (algo más de un 10% de los casos) se detectaron insectos vivos (gorgojos y carcomas) principalmente durante los primeros meses de almacenamiento (en los muestreos de marzo y mayo de 2009).

Con respecto a la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire intersticial de la cebada almacenada en estas bolsas, se debe decir que hubo variaciones a lo largo del tiempo. Esto es coincidente por lo reportado por DARBY, J.A. y otros (2007) que en el sur de Australia luego de 6 meses de almacenamiento de cebada, encontraron cambios significativos en la composición de los gases del interior de las bolsas, con incrementos de CO<sub>2</sub> en detrimento del O<sub>2</sub>.

En el trabajo que aquí se presenta, si bien se detectaron diferencias entre las bolsas evaluadas como se puede observar en la figura 4, en general tuvieron la misma tendencia a lo largo del tiempo (con algunas excepciones que podrían atribuirse a la entrada de agua de lluvia por orificios inferiores en determinadas bolsas).

**EVOLUCIÓN DEL CO<sub>2</sub> PROMEDIO MENSUAL Y VALORES MENSUALES DE CO<sub>2</sub> DE CADA BOLSA**

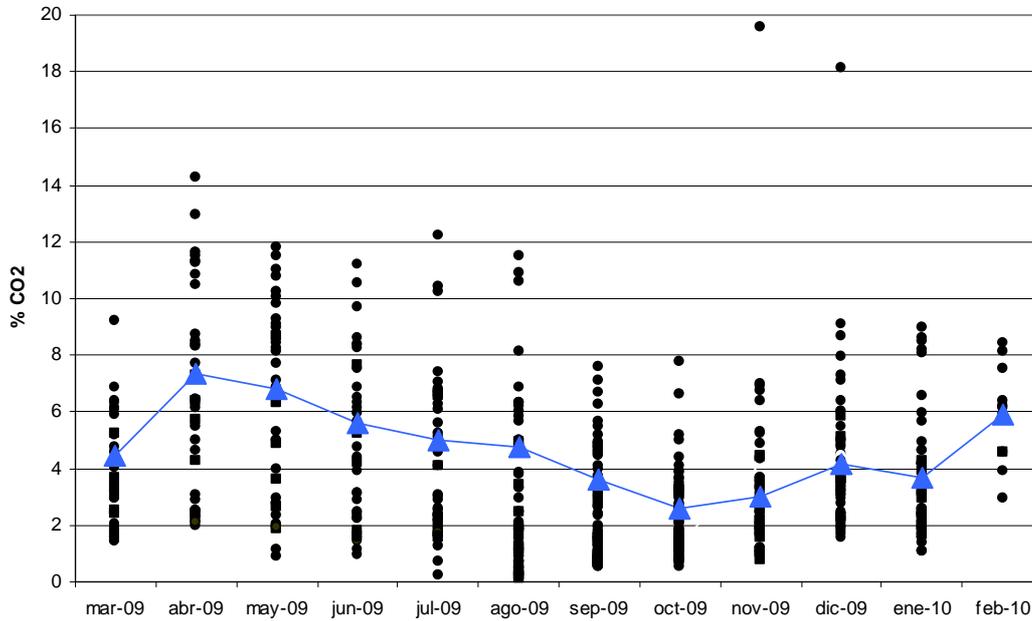


FIGURA 4: Evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> promedio mensual y valores mensuales de CO<sub>2</sub> de cada bolsa.

La concentración de CO<sub>2</sub> promedio aumentó durante el verano y el otoño, hasta llegar al máximo de 7,4% en abril. Luego comenzó a disminuir en el invierno y parte de la primavera, hasta llegar a un mínimo de 2,6% en octubre. El valor medio anual fue de 4,7% (DS=1,6).

Como se puede ver en a figura 5, la evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire intersticial de la cebada almacenada en las bolsas plásticas guardó cierta relación con la temperatura media mensual del aire.

**EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACION DE CO<sub>2</sub> PROMEDIO Y DE LA T°MEDIA MENSUAL DEL AIRE**

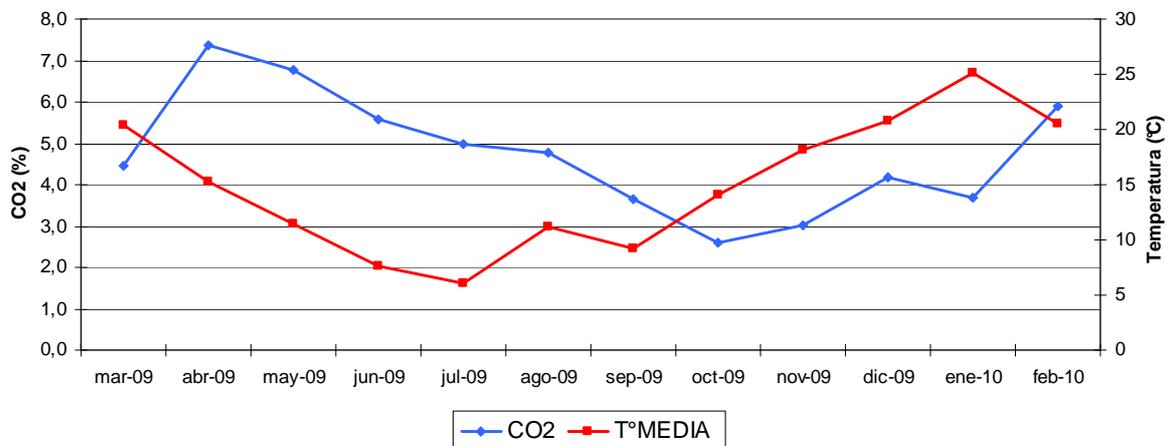


FIGURA 5: Evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire intersticial promedio y de la temperatura media mensual del aire durante el tiempo de almacenaje evaluado.

Esto se puede explicar, porque como se sabe la temperatura actúa como catalizador de la actividad biológica del granel (granos, microorganismos e insectos que pudiera haber). Y por otra parte, también se conoce que la temperatura del grano de maíz, trigo, soja y girasol almacenado en bolsas plásticas sigue el patrón de la temperatura ambiente (BARTOSIK y otros, 2009a), y lo mismo para la cebada (OCHANDIO y otros; 2009). Es así, que la curva de concentración de CO<sub>2</sub> (que mide de alguna manera esa actividad biológica) siguió con cierto retraso (de 3 meses) a la curva de la temperatura media mensual del aire.

Por otra parte, de las bolsas vaciadas hasta el momento de la realización de este informe, en el 30% de los casos se detectaron pérdidas por descomposición de granos en cantidad variable. Esto se detectó casi exclusivamente en los extremos, y en especial en los cierres de las bolsas. Ya sea en los extremos, o en otros lugares, la descomposición del grano se debió fundamentalmente a la entrada de agua (y aire).

Solo en el 9 % de las bolsas cargadas hasta el momento de este informe, las pérdidas fueron importantes, llegando a las 10 tn por bolsa aproximadamente (5,2% de la cebada almacenada en la bolsa). En el 21% de los casos hubo pérdidas de entre 3 a 5 tn. En el resto (70%), las pérdidas fueron muy bajas, prácticamente despreciables. Si se consideran todas las bolsas cargadas hasta el momento de confección de este informe, del total de la cebada que se cargó, menos del 7 por mil resultó en mal estado y tuvo que ser descartada.

Esas bolsas en las que las pérdidas por descomposición fueron mas importantes, tuvieron altos valores de CO<sub>2</sub> (mas del 10%) en por lo menos un punto durante al menos 4 meses (con un promedio de 5,8, 7,6 y 8,6% de concentración de CO<sub>2</sub> durante todo el tiempo de almacenaje). En el 21 % donde las pérdidas fueron de 3 a 5 tn por bolsa, también se verificó que en al menos 1 punto y durante al menos 1 mes, se midieron valores de CO<sub>2</sub> mayores al 10%.

Las 2 bolsas que vieron afectado su PG, también tuvieron altos valores de concentración de CO<sub>2</sub> (promedio de todo el período de 6,6 y 8,6%), con valores medios de más del 10% de CO<sub>2</sub> durante al menos 1 mes.

Lo mismo ocurrió en todas las bolsas en que se detectaron insectos vivos. En ellas, se midieron valores de CO<sub>2</sub> mayores al 10%, en al menos 1 sección de la bolsa como mínimo durante 2 meses.

De la misma forma se debe decir que, en una bolsa que se midió actividad biológica inusualmente alta durante un tiempo, y que luego evidenció una disminución de sus valores de CO<sub>2</sub> a menos del 10%, no pudo detectarse ningún tipo de deterioro en la calidad del grano (ni en el PG, ni en pérdidas por descomposición, ni en desarrollo de insectos, etc.). Esto podría atribuirse a que el sistema de monitoreo por medición de la concentración de CO<sub>2</sub> es muy sensible, por lo que es probable que si bien seguramente en esa bolsa se ya se había desencadenado algún tipo de deterioro, por la metodología utilizada en esta experiencia no se pudo comprobar ningún tipo de pérdida de calidad, por ser esta muy incipiente.

De cualquier manera, si se toma el conjunto de bolsas, las que tuvieron al menos un problema de pérdida de calidad (bajo PG, insectos vivos, y/o grano en descomposición), tuvieron mayores valores promedios de CO<sub>2</sub> que las que no tuvieron inconvenientes detectados (figura 6).

### CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub> DE LAS BOLSAS CON Y SIN PROBLEMAS DETECTADOS

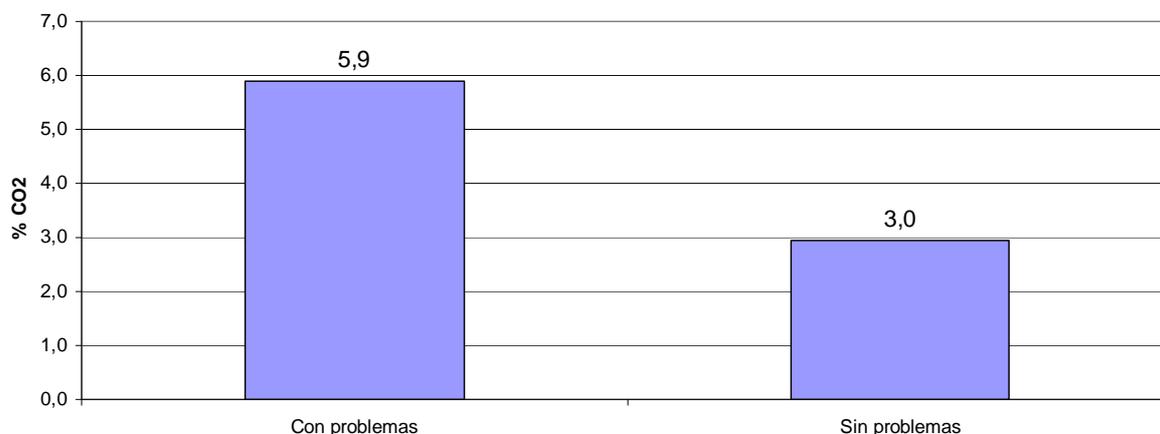


FIGURA 6: Valores promedio de CO<sub>2</sub> de las bolsas con algún problema de calidad detectado, y sin problema detectado.

Como se puede observar en la figura 6, los valores medios de concentración de CO<sub>2</sub> de las bolsas con algún tipo de problema detectable, casi duplicaron a los valores de las que no tuvieron ningún inconveniente de calidad detectado (5,9% contra 3,0% respectivamente).

#### CONCLUSIONES:

Es factible almacenar cebada cervecera seca en el sistema de silo bolsa ya que en las condiciones que se hizo esta experiencia el contenido de humedad, la proteína, el calibre y la cuarta clase no se vieron afectados significativamente durante un año de almacenamiento.

La medición de la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire intersticial, utilizado como indicador de la actividad biológica en la masa del grano de cebada almacenado en silo bolsa, fue una herramienta útil para determinar el nivel de riesgo de almacenamiento en este sistema.

#### AGRADECIMIENTOS:

A Cervecería y Malterías Quilmes, en especial al señor Marcelo Jezovski y al ingeniero agrónomo Fidel Cortese.

#### REFERENCIAS:

- BARTOSIK, R.; RODRIGUEZ, J.; MALINARICH, H Y CARDOSO, L.; 2009a. Almacenamiento de maíz, trigo, soja y girasol en bolsas plásticas herméticas en Almacenamiento de granos en bolsas plásticas. Resultados de Investigación. Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Poscosecha e Industrialización de los Granos. INTA. Capítulo N° 1, Trabajo N° 1, pp 1 a 14.

- BARTOSIK, R.; CARDOSO, L.; OCHANDIO, D. Y CROCCE, D.; 2009b. Detección temprana de procesos de descomposición de granos almacenados en bolsas de plástico herméticas mediante la medición de CO<sub>2</sub> en Almacenamiento de granos en bolsas plásticas. Resultados de Investigación. Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Poscosecha e Industrialización de los Granos. INTA. Capítulo N° 1, Trabajo N° 2, pp 15 a 21.

-CICA (Cámara de la Industria Cervecerera Argentina); 2010. Disponible en [www.camaracervecerera.com.ar](http://www.camaracervecerera.com.ar). Accedido en marzo del 2010.

-DARBY, J.A. y CADDICK, L.P. ; 2007. Review of grain harvest bag technology under Australian conditions. A comprehensive analysis and field evaluation of harvest bag technology: incorporating a review of hermetic and temporary storage, control of insects and fungi, and preservation of grain quality, under typical Australian storage and handling conditions. CSIRO Entomology. Technical Report N° 105.

-MAGPYA (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación); 2009. Disponible en <http://www.siaa.gov.ar/> Accedido en marzo 2010

-MASSIGOGUE, J.I.; 2005. Las principales industrias alimentarias de Tres Arroyos y sus encadenamientos productivos en la dinámica económica local. Tesis presentada como requisito para optar al grado de Magister Scientiae, Postgrado de Agroeconomía, Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.

-OCHANDIO, D., RODRIGUEZ, J., RADA, E., CARDOSO, L., BARTOSIK, R.,; 2009. Almacenamiento de cebada cervecera en bolsas plásticas herméticas. X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR. 1 al 4 de Septiembre de 2009, Rosario, Argentina.

-RODRIGUEZ, J.; BARTOSIK, R.; CARDOSO, L. Y CROCCE, 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. Resultados de Investigación. Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Poscosecha e Industrialización de los Granos. INTA. Capítulo N° 1, Trabajo N° 4, pp 35 a 40.

-SENASA; 2010. Norma V Cebada. Disponible en <http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File1144-anexos.pdf> Accedido en abril de 2010.