



---

## ACUERDO INTA-PLASTAR



ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOBOLSA®

**MAIZ**

REPORTE FINAL: DICIEMBRE DE 2002

EEA INTA Pergamino



## ***INDICE***

---

Jorge Azcona<sup>(1)</sup>, Marcelo Schang<sup>(1)</sup>, Alejandro Couretot<sup>(2)</sup>, Juan Ostojic<sup>(3)</sup>, Grisela Botta<sup>(4)</sup>, Mauricia Sala<sup>(5)</sup> y Luis Rosenberg<sup>(6)</sup>

INTA, EEA Pergamino: <sup>(1)</sup> Sección Avicultura, <sup>(2)</sup> Cambio Rural, <sup>(3)</sup> Campo Experimental, <sup>(4)</sup> Fitopatología, <sup>(5)</sup> Laboratorio Aletchias, Ituzaingo. <sup>(6)</sup> Plastar San Luis, Pergamino.

- ***OBJETIVO***
- ***MATERIALES Y METODOS***
- ***RESULTADOS***
- ***CONCLUSIONES***

### ***OBJETIVO***

Evaluar el efecto del contenido de humedad de maíz almacenado en Silobolsa® sobre su calidad comercial y valor nutricional.

## **INTRODUCCION**

La producción mundial de maíz es de 600 millones de Tn / año de las cuales el 70% se destina a la elaboración de alimentos balanceados y el resto a usos industriales (1).

Durante los últimos 10 años la producción de carne de aves y cerdos ha crecido un 58% y 44 % respectivamente mientras que la producción de bovinos solo creció un 9 %.

Paralelamente la participación del maíz y de proteínas de origen vegetal en las dietas ha crecido un 39% y un 52 % respectivamente. Contrariamente la participación de proteínas de origen animal ha decrecido.

Argentina se caracteriza por ser productor y principalmente exportador de maíz siendo una limitante relativamente importante la capacidad de acopio y acondicionamiento de granos con superposición parcial de cosecha de maíz y soja.

Como alternativa para salvar estos inconvenientes ha surgido una nueva practica que es el embolsado o ensilaje en **Silobolsa®** . De este modo es posible conservar granos con humedad superior a la requerida en silos tradicionales dado que en el medio anaerobio que se genera se impediría el desarrollo de insectos y microorganismos. Considerando que no existen estudios previos sobre la influencia de este nuevo sistema de almacenaje sobre el valor nutricional del maíz, se realizaron estudios con aves utilizando maíz sembrado en dos épocas diferentes (convencional y de segunda)

## **MATERIALES Y METODOS**

Para asegurar que el material utilizado fuese lo mas uniforme posible se utilizaron materiales cosechados en la EEA Pergamino.

### **Siembra convencional:**

Se utilizo maíz de Novartis PUCARA TD.

La cosecha se realizó en dos etapas; la primera el 20 de marzo, cuando el contenido de humedad era de 19 % y la segunda el 31 de mayo, cuando la humedad rondaba el 16%. En ambos casos se hicieron dos bolsones de 15 tn cada uno. Parte del maíz cosechado con 16 % de humedad se guardo en un galpón en bolsas de 15 kg, de malla tipo "media sombra", de modo tal que se facilitara el secado natural de los granos.

Con estos materiales se conformaron tres tratamientos;

- 1- Material húmedo (19 %), almacenado en silo bolsa.
- 2- Material húmedo (16 %), almacenado en silo bolsa.
- 3- Material secado natural.

### **Análisis:**

Se tomaron muestras con calador en tres puntos (Medio y extremos de los silos) y se remitió un "pool" de dichas muestras para su análisis.

Al momento de cosecha se determinó el contenido de humedad, presencia de hongos y de micotoxinas.

El primer control se efectuó en agosto, a los 3 y 5 meses post cosecha (materiales con 16% y 19% de humedad respectivamente) y se evaluaron los siguientes parámetros: Materia seca, proteína, lípidos, rancidez y acidez (2), micotoxinas (3) de las cuales se analizaron Aflatoxinas, Ocratoxina, Citrinina, Zearalenona, DON (Vomitoxina), Toxina T2, Fusarenona X, Nivalenol y DAS (Diacetoxycirpenol), análisis sanitario (4) y energía metabolizable verdadera (EMV) (5). Esta última determinación se realizó utilizando 5 gallos adultos por tratamiento a los que se suministro por incubación 40 g de maíz previo ayuno de 24 hs.

Estos estudios se repitieron en octubre, a los 5 y 7 meses post cosecha según el nivel de humedad considerado.

### **Prueba de crecimiento:**

Durante noviembre y diciembre se realizó una prueba de crecimiento utilizando pollos parrilleros para validar los resultados obtenidos mediante determinaciones químicas y de energía metabolizable.

Se utilizaron 384 pollos parrilleros Cobbs machos los que se alojaron a piso a razón de 16 aves por lote. Cada tratamiento contó con 6 replicas distribuidas en un diseño completamente aleatorizado. Semanalmente se controló el peso y consumo de cada lote y se calculó la conversión alimenticia, Se suministró un plan de alimentación de 3 etapas; iniciador hasta los 21 días, crecimiento hasta los 35 días y terminador hasta los 48 días. (Tabla 1).

El maíz proveniente de los silos se seco al aire hasta alcanzar la humedad del maíz control (14 - 15%) para que no hubiese diferencias en el aporte de materia seca ni riesgos de desarrollo de hongos por alta humedad.

Los resultados fueron evaluados mediante análisis de Variancia y test de Duncan (6).

Tabla 1: Composición de las dietas experimentales

<b>INGREDIENTES</b>	<b>1 a 21 días</b>	<b>22 a 35 días</b>	<b>36 a 48 días</b>
MAIZ	48,31	51,65	58,74
POROTO DE SOJA	27,62	34,36	32,73
HARINA DE SOJA	17,45	7,53	2,31
HARINA DE CARNE	5,38	5,37	5,19
CONCHILLA	0,52	0,43	0,41
METIONINA	0,20	0,22	0,23
VITAMINAS + MINERALES	0,50	0,45	0,43
<b>NUTRIENTES</b>			
PROTEINA	23,0	21,5	19,2
EMV	3350	3450	3500
LISINA	1,30	1,19	1,02
METIONINA+CISTINA	0,92	0,89	0,84

### **Siembra de segunda:**

Se utilizó mail Dekalb 664 MG y la cosecha se realizó a fines de julio de 2002.

La humedad al momento de cosecha fue de 14% y se compararon dos tratamientos.

- 1) Maíz ensilado
- 2) Maíz almacenado en bolsas de plastillera bajo galpón.

Inicialmente se planifico hacer un seguimiento de este material hasta marzo de 2003 para evaluar si las condiciones de temperatura propias de primavera y verano incidían sobre la calidad del grano. Debido a los daños producidos por una tormenta de piedra fue necesario suspender este seguimiento a los 4 meses post cosecha. Se efectuaron los mismos estudios descriptos para el caso del maíz siembra convencional excepto que no se realizó la prueba de crecimiento con pollos.

## ***RESULTADOS***

### **Siembra convencional:** Resultados analíticos.

No se observo presencia de hongos ni micotoxinas al momento de cosecha.

Uno de los silos con 19% de humedad y otro con 16 % de humedad sufrieron roturas causadas por caballos que ingresaron al predio y se los reparó con cinta según instrucciones del fabricante. A los 20 días de producida la rotura el silo con 19 % de humedad fue enviado a acopio dado que se observó un deterioro de calidad importante.

### **Primer control (3 y 5 meses de almacenaje)**

En la tabla 2 figuran los resultados correspondientes al contenido de proteína, aceite y acidez de cada tratamiento.

Tabla 2: Contenido de Proteína, aceite y acidez.

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	HUMEDAD (%)	PROTEÍNA (%)	ACEITE (%)	ACIDEZ (eao)
19 %	4 (silo roto)	18,7	8,4	4,6	6,2
	5 (silo sano)	18,4	8,5	5,2	4,3
16 %	3 (silo roto)	16,2	8,7	5,0	3,5
	3 (silo sano)	16,3	8,7	5,1	4,1
Secado Natural	3	14,0	8,3	5,3	3,7

(eao): Equivalente ácido oléico.

Resultados expresados en base seca.

En el caso de los materiales almacenados en silo bolsa, se mantuvo la humedad inicial. El material secado natural alcanzó la humedad de recibo.

No se observan cambios en la proteína, aceite y acidez en los distintos tratamientos excepto en el caso del maíz con 19% de humedad correspondiente al silo roto donde se observó un menor contenido de aceite y un incremento de la acidez. Estas son tendencias no confirmadas estadísticamente dado que se analizó un pool de las muestras tomadas.

En la tabla 3 figuran los resultados correspondientes a las determinaciones de energía metabolizable.

Tabla 3: Contenido de energía metabolizable

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	E B (cal/g)	EMV (cal/g)	EMV / EB (%)
19 %	4 (silo roto)	4588	4294 ± 18 a	93,6
	5 (silo sano)	4557	4180 ± 58 b	91,7
16 %	3 (silo roto)	4548	4176 ± 46 b	91,8
	3 (silo sano)	4544	4145 ± 74 b	91,2
Secado Natural	3	4538	4150 ± 21 b	91,4

EB: Energía bruta. EMV: Energía metabolizable verdadera.

± : Desvío estándar. Medias con distinta letra dentro de una columna difieren significativamente (P<0,05)

Resultados expresados en base seca.

No se observaron diferencias entre tratamientos en el contenido de energía bruta, energía metabolizable o la relación entre ambas, excepto para el maíz con 19% de humedad correspondiente al silo roto. En este caso se observa un incremento en el contenido de energía metabolizable de 146 calorías. Dicho incremento se debe, principalmente, a un aumento en la utilización de la energía bruta de 2,8 puntos. Existen antecedentes similares (7) que muestran que en condiciones de aerobiosis, la actividad microbiana modifica las proporciones de los distintos nutrientes (disminución de almidón) modificando el contenido de energía bruta y / o facilitando la utilización de la misma.

En la tabla 4 figuran los resultados correspondientes a calidad comercial y contenido de micotoxinas.

Tabla 4: Calidad comercial y contenido de micotoxinas

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	PESO H. (kg/100 l)	DANADO (%)	GRADO (%)	AFLATOXINAS (ppb)
19 %	4 (silo roto)	72,0	8,6	FG	20
	5 (silo sano)	76,5	1,4	1	NC
16 %	3 (silo roto)	77,7	0,5	1	NC
	3 (silo sano)	76,5	1,8	1	NC
Secado Natural	3	77,2	0,0	1	NC

PESO H: Peso hectolítrico. FG: Fuera de Grado. NC: No Contiene

Tampoco se observaron diferencias entre tratamientos en grado comercial y no se observó presencia de micotoxinas exceptuando el caso del maíz correspondiente al silo roto con 19 % de humedad donde se vieron afectados estos parámetros, resultando material fuera de grado y contaminado con micotoxinas.

En la tabla 5 figuran los resultados correspondientes al análisis sanitario.

Tabla 5: Análisis sanitario (Porcentaje de granos afectados)

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	Aspergillus sp.	Fusarium sp.	Penicillium sp.
19 %	4 (silo roto)	58	0	0
	5 (silo sano)	12	16	0
16 %	3 (silo roto)	12	2	8
	3 (silo sano)	30	0	4
Secado Natural	3	ND	ND	ND

ND: No determinado.

El maíz almacenado con 19% de humedad correspondiente al silo roto presentó mayor proporción de granos contaminados con *Aspergillus sp.* (58 %) y fue el único caso en que se detectó presencia de aflatoxinas.

### Segundo control (5 y 7 meses de almacenaje)

En la tabla 6 figuran los resultados correspondientes al contenido de proteína, aceite y acidez de cada tratamiento.

Tabla 6: Contenido de Proteína, aceite y acidez.

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	HUMEDAD (%)	PROTEINA (%)	ACEITE (%)	ACIDEZ (eao)
19 %	7 (silo sano)	19,0	8.28	4.21	5.38
16 %	5 (silo roto)	16.2	7.91	4.41	9.02
	5 (silo sano)	16,2	8.09	4.39	7.39
Secado Natural	5	14,1	8.12	5.35	5.45

(eao): Equivalente ácido oléico.  
Resultados expresados en base seca

No se observaron cambios en el contenido de humedad y proteína comparado con el control anterior.

El contenido de aceite tiende a ser menor en los maíces conservados en silo bolsa. La acidez mas alta se observo en el caso del material proveniente del silo roto con 16 % de humedad. Este ultimo resultado podría estar asociado a la acción de hongos que producirían lipasas que actúan sobre el aceite del maíz (9) generando ácidos grasos libres.

En la tabla 7 figuran los resultados correspondientes a las determinaciones de energía metabolizable.

Tabla 7: Contenido de energía metabolizable

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	E B (cal/g)	EMV (cal/g)	EMV / EB (%)
19 %	7 (silo sano)	4555	4135 ± 37	90,8
16%	5 (silo roto)	4579	4187 ± 43	91.5
	5 (silo sano)	4572	4170 ± 31	91.2
Secado Natural	5	4600	4178 ± 42	90.8

EB: Energía bruta. EMV: Energía metabolizable verdadera. ± : Desvío estándar.

Resultados expresados en base seca.

No se observaron diferencias entre tratamientos en el contenido de energía bruta, metabolizable o la relación entre ambas.

En la tabla 8 figuran los resultados correspondientes a calidad comercial y contenido de micotoxinas.

Tabla 8: Calidad comercial y contenido de micotoxinas

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	PESO H. (kg/100 l)	DANADO (%)	GRADO (%)	AFLATOXINAS (ppb)
19 %	7 (silo sano)	75,0	5,0	2	NC
16 %	5 (silo roto)	77,1	2,9	1	Aflatoxina B1 : 22 ppb Fuseranona X : 500 ppb
	5 (silo sano)	78,1	3,0	1	NC
Secado Natural	5	78,2	2,3	1	NC

NC: No contiene.

PESO H: Peso hectolítrico.

Luego de 7 meses de almacenaje, el maíz con 19% de humedad pasa a grado 2 por exceder la tolerancia de dañado. Otra particularidad es el olor a alcohol que según las normas vigentes sería factor de descuento. En el caso del maíz embolsado con 16 % de humedad que sufriera roturas a los 3 meses de embolsado, si bien no se observan cambios en peso hectolitrico o de grado, aparece contaminación con aflatoxinas B1 y fuseranona X.

Estos resultados muestran que no fue eficiente el intento de reparar las roturas producidas por los caballos y que si bien no hubo perdidas de calidad comercial, si hubo desarrollo de hongos y producción de micotoxinas.

En la tabla 9 figuran los resultados correspondientes al análisis sanitario.

Tabla 9: Análisis sanitario (Porcentaje de granos afectados)

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	Aspergillus sp.	Fusarium sp.	Penicillum sp.
19 %	7 (silo sano)	6	50	8
16 %	5 (silo roto)	28	36	32
	5 (silo sano)	16	44	28
Secado Natural	5	10	40	16

En el silo roto correspondiente al maíz almacenado con 16% de humedad, se observa la mayor proporción de granos contaminados con *Aspergillus* sp. (18 %) y presencia de micotoxinas como se indica en la tabla 8. La misma tendencia se constata en el caso del silo roto correspondiente al maíz almacenado con 19 % de humedad (Tabla 5).

**Siembra convencional:** Resultados de la prueba de crecimiento  
En las tablas 10, 11 y 12 se presentan los resultados zootécnicos obtenidos a los 21, 35 y 48 días respectivamente.

Tabla 10: Resultados zootécnicos (21 días)

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	PESO VIVO (g)	CONSUMO (g)	CONVERSION	MORTALIDAD (%)
19 %	7 (silo sano)	727 a	1033	1421	--
16 %	5 (silo roto)	654 c	983	1505	1,0
	5 (silo sano)	670 bc	1001	1494	1,0
Secado Natural	5	681 b	1014	1489	1,0
C V %	--	2,6	3,3	4,0	--

Medias dentro de una columna con distinta letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

Tabla 11: Resultados zootécnicos (35 días)

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	PESO VIVO (g)	CONSUMO (g)	CONVERSION	MORTALIDAD (%)
19 %	7 (silo sano)	1812 a	2968 a	1638	1,0
16 %	5 (silo roto)	1673 c	2798 b	1673	4,2
	5 (silo sano)	1721 bc	2851 b	1658	4,2
Secado Natural	5	1728 b	2866 b	1658	3,1
C V %	--	2,9	2,2	2,6	--

Medias dentro de una columna con distinta letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

Tabla 12: Resultados zootécnicos (48 días)

TRATAMIENTO (% humedad)	MESES DE ALMACENAJE	PESO VIVO (g)	CONSUMO (g)	CONVERSION	MORTALIDAD (%)
19 %	7 (silo sano)	2961 a	5368 a	1813	2,0
16 %	5 (silo roto)	2751 c	5087 b	1850	4,1
	5 (silo sano)	2908 ab	5297 a	1821	5,2
Secado Natural	5	2871 b	5264 a	1832	3,1
C V %	--	2,5	2,3	2,0	--

Medias dentro de una columna con distinta letra difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

Los resultados obtenidos mediante la prueba de crecimiento muestran dos efectos interesantes de remarcar.

1) Los pollos alimentados con maíz ensilado con 19% de humedad y conservado en óptimas condiciones (sin roturas), crecieron entre un 3.1 a un 6,7 % mas que los pollos alimentados con maíz secado natural según la etapa considerada.

Este resultado podría estar asociado a una movilización de nutrientes originada por la actividad enzimática que se desarrolla en condiciones de humedad como fuera reportado en el caso de estudios realizados con centeno remojado (una parte de grano - una parte de agua) y almacenado en bolsas plásticas cerradas durante 144 hs (8). En estas condiciones se observo un aumento del peso del 7 %.

Esta "pre digestión" permitiría una utilización mas rápida del alimento y en consecuencia un mayor consumo, sin que se produzcan cambios en términos de concentración de nutrientes como proteína y energía metabolizable.

Si bien el contenido de humedad del maíz almacenado en el silo bolsa fue menor al alcanzado en el caso del centeno remojado, el tiempo de permanencia fue mucho mayor ( 7 meses vs. 144 hs) y las condiciones de aerobiosis / anaerobiosis distintas.

Queda como interrogante determinar el tiempo mínimo de ensilado con 19 % de humedad necesario para inducir la mejora observada a los 7 meses de ensilado.

Este proceso sería de menor magnitud cuando el contenido de humedad con que se ensiló el maíz era de 16%. Los pollos alimentados con este maíz tuvieron un crecimiento similar al de los pollos alimentados con el maíz secado natural.

No obstante esta mejora en la respuesta zootecnica observada con maíz almacenado con 19% de humedad, habría que considerar la perdida en peso hectolitrico y la presencia de olor a alcohol que serian factor de descuento según las normas comerciales vigentes.

2) Al suministrarse alimento elaborado con maíz de 16% de humedad proveniente del silo que sufrió roturas se observo, al final del ensayo, un menor crecimiento ( - 4,1%) comparado con el tratamiento control a base de maíz secado natural. Esta respuesta se

tratamiento control a base de maíz secado natural. Esta respuesta se debería a la presencia de micotoxinas, lo que condujo a un menor consumo de alimento ( - 3,4%).

A pesar de haber existido desarrollo de hongos en el maíz almacenado con 16 % de humedad, no se observaron alteraciones desde el punto de vista de su calidad comercial.

Es interesante remarcar que no siempre un material que se encuadre dentro de las normas de comercialización vigentes resulta ser el mejor desde un punto de vista nutricional (caso del maíz con micotoxinas) y por el contrario, un material que no llega a encuadrarse dentro de dichas normas, puede presentar ventajas que permiten lograr mayor crecimiento (caso del maíz almacenado con 19% de humedad).

**Siembra de segunda:** Resultados analíticos

En la tabla 13 figuran los resultados correspondientes al maíz de segunda.

Tabla 13: Resultados analíticos de maíz de segunda almacenado en silo bolsa durante cuatro meses

INICIO		
HUMEDAD (%)		14,0
MICOTOXINAS		No contiene
PESO HECTOLITRICO		73,2
GRADO		2 (excede dañado)
120 DIAS	SECADO NATURAL	SILO BOLSA
HUMEDAD (%)	14,15	14,06
PROTEINA (%)	7,50	7,63
ACEITE (%)	4,14	4,12
ACIDEZ (Eq. Acido Oleico)	8,01	7,85
ENERGIA BRUTA (cal / g)	4483	4488
EMV (cal / g)	4093	4042
EMV / EB (%)	91,3	90,1
GRADO	2 (excede dañado)	2 (excede dañado)
MICOTOXINAS	No contiene	No contiene

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que es posible conservar maíz con 16% de humedad en silo bolsa durante 5 meses sin que se observe deterioro de:

- Calidad comercial.
- Características químicas.
- Digestibilidad de la energía.
- Valor nutricional (Igual respuesta zootecnica).

Los resultados obtenidos muestran que es posible conservar maíz con 19% de humedad en silo bolsa durante 7 meses sin que se observe deterioro de:

- Características químicas.
- Digestibilidad de la energía.

Observandose:

- Mayor crecimiento (predigestión enzimática)
- Menor peso hectolitrico, mayor dañado, olor a alcohol, (peor calidad comercial)

Es indispensable evitar roturas o debilitamiento del conjunto de membranas que conforman este tipo de silo para mantener la calidad comercial y el valor nutricional de este grano. En caso contrario, las pérdidas son importantes y de mayor magnitud cuanto mayor es el contenido de la humedad del material almacenado.

## BIBLIOGRAFIA

- 1- USDA. World Agricultural Supply and Demand Estimates. WASDE 279 October 10, 2001.
- 2- Laboratorio de Nutrición animal. EEA INTA Pergamino. AOAC 1975.
- 3- Laboratorio Aletheias. AOAC y Truksess por TLC.
- 4- Fitopatología, EEA INTA Pergamino.
- 5- Sibbald, I.R.-Poult.Sci.J. 55:303-308, 1976.
- 6- Snedecor and Cochran.-Statistical Methods, 6<sup>th</sup> ed.,NY,1967.
- 7- Azcona J. O. y M. J. Schang. Uso de "EUROMOLD L - PLUS" para la conservación de maíz. Acuerdo INTA - EUROTEC. Pergamino, octubre de 1998.
- 8- Pawlik J. R., A. I. Fengler y R.R. Marquardt. Improvement of the nutritional value of rye by the partial hydrolysis of the viscous water-soluble pentosans following water-soaking or fungal enzyme treatment. British Poultry Science. Vol 31 N° 3. pp 525:538. 1990.
- 9- Bartov I., Paster N. Y Lisker N. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks. Poultry Science. Vol 61 N° 11, pp 2247:2254. 1982.