



Almacenamiento de maíz en silo bolsa para alimentación animal

de la Torre, D. A. ; Cardoso, M.L.; Depetris, G.J. y Bartosik, R. E.

EEA INTA Balcarce, Ruta 226 km 73,5, Balcarce (7620), Bs.As., Argentina.

delatorre.diego@inta.gob.ar; cardoso.marcelo@inta.gob.ar; depetris.gustavo@inta.gob.ar;
bartosik.ricardo@inta.gob.ar

La conservación del maíz desde la cosecha hasta su uso final debe realizarse con las menores pérdidas de calidad posible, entendiendo por calidad los atributos del grano que le dan valor para su uso final. Por ejemplo, si el destino es molienda, la integridad física del grano es fundamental, si el destino es forrajero su valor nutricional es lo esencial, si el destino es la siembra (semilla) su poder germinativo es la cualidad a conservar. A su vez, si el destino es la alimentación humana o animal, la inocuidad del producto es también un atributo necesario (libre de contaminación con micotoxinas y pesticidas), además de su calidad nutricional.

En líneas generales podemos asegurar que durante el almacenamiento la principal causa de deterioro de la calidad está dada por el desarrollo de microorganismos. Estos se activan a una determinada humedad, a partir de allí, cuanto más húmedo está el grano, más rápido es su deterioro. Por ello, cualquiera sea el destino final del maíz, la técnica de conservación universal es el secado. Es decir guardar el maíz con una humedad lo suficientemente baja para que no permita el desarrollo de hongos. Una vez seco el grano, podemos aseverar que cuanto más frío se encuentre menor será el riesgo de desarrollo de insectos (por debajo de 17°C el desarrollo de insectos es prácticamente nulo).

En definitiva para aumentar la probabilidad de conservar los atributos del maíz durante su almacenamiento el grano debe estar: **SECO** (contenido de humedad igual o inferior a 14,5%), **FRIO** (17°C o inferior), **LIMPIO** (sin partículas extrañas, polvo, grano partido etc.) y **SANO** (poca incidencia de enfermedades, fundamentalmente fúngicas).

Almacenamiento en silo bolsa (sistema hermético)

Si el sistema de almacenamiento a utilizar es el silo bolsa, la naturaleza hermética del sistema favorece la modificación de la atmosfera (en el interior de la bolsa). El grano y los microorganismos asociados a él respiran consumiendo el O₂ y liberando CO₂, reduciendo y aumentando la concentración de cada uno de estos gases, respectivamente. A mayor concentración de CO₂ y menor de O₂ las condiciones del ambiente dentro de la bolsa se vuelven poco propicias para el desarrollo de hongos e insectos. Claro que a mayor humedad inicial del grano almacenado y a mayor temperatura mayor es la respiración y consiguientemente la modificación de la atmosfera, pero esta respiración ocurre a costa del consumo de la materia seca del grano, es decir a costa del daño del grano y pérdidas de calidad. Este fenómeno de modificación de la atmosfera se combina



con la gran superficie expuesta al ambiente en relación al volumen de grano almacenado en un silo bolsa. El largo de la bolsa (usualmente 60 m) combinado con un diámetro reducido (2 m aprox.), comparado con un silo chapa tradicional, facilita el intercambio de calor con el ambiente. Por lo que el calor producido por la actividad de hongos y/o insectos en la bolsa se disipa rápidamente sin registrar aumentos de temperatura en el grano. De hecho la temperatura del grano almacenado en el silo bolsa copia las fluctuaciones estacionales de la temperatura ambiente. En el caso del maíz producido en zonas con clima mediterráneo (estaciones bien marcadas) esto es beneficioso para su almacenamiento dado que se cosecha durante el otoño cuando la temperatura ambiente promedio se reduce paulatinamente hasta el invierno. Es decir que cuando almacenamos maíz en silo bolsa tenemos la posibilidad, si las circunstancias lo ameritan, de almacenar el grano con una humedad superior a 14,5%, aunque no mayor a 16% desde la cosecha y durante el invierno. Si bien no eliminamos la actividad de hongos y pérdidas de calidad, la modificación de la atmósfera y las bajas temperaturas reducen la velocidad de los procesos de descomposición, reduce los riesgos y extiende el TAS. Por supuesto que el TAS y los límites de humedad son meramente orientativos, una generalización ideal, debido a que el comportamiento de los granos y la microflora asociada es afectado por la combinación de numerosos factores, por lo que cada caso necesita un estudio particular.

Sin embargo, para lograr una adecuada conservación en silo bolsa se debe garantizar la hermeticidad para evitar la entrada de agua y de O_2 . Para ello se deben seguir una serie de recomendaciones tendientes a minimizar la pérdida de hermeticidad, entre las cuales podemos citar: 1) armar la bolsa en un terreno alto, nivelado, con ligera pendiente (evitar la acumulación de agua en el lugar de emplazamiento de la bolsa); 2) limpiar el terreno de malezas y residuos del cultivo anterior (evitar roturas en la base de la bolsa); 3) termo-sellar el inicio y cierre de la bolsa; 4) revisar y emparchar todas las roturas y/o perforaciones (restaurar hermeticidad); 5) instalar cerco perimetral, implementar control de roedores, mantener el pasto corto y el terreno limpio en las inmediaciones de los silos bolsas (evitar la presencia de animales en los alrededores y minimizar riesgos de daños).

Ensilado o silaje

Cuando el destino final del grano de maíz es el consumo animal (forrajero) surge otra posible técnica de conservación de la calidad del grano, en este caso lo importante es conservar su valor nutricional y minimizar la pérdida de energía digestible. En este caso en vez de conservar el grano por deshidratación la técnica consiste en favorecer el desarrollo de bacterias que en ausencia de O_2 provocan una fermentación ácida (bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC)) reduciendo el pH del medio hasta niveles que impiden el desarrollo de bacterias y hongos saprófitos causantes del deterioro del grano (putrefacción). Para favorecer el desarrollo de las BAC el grano debe ser cosechado con un contenido de humedad de 25% o superior y almacenado en un sistema de almacenamiento hermético (normalmente se utiliza el silo bolsa) que impida la entrada de O_2 . Luego de un tiempo se obtendrá un producto forrajero de calidad que podrá ser conservado durante un tiempo prolongado.



El grano así conservado tiene la ventaja de tener similar valor energético y proteína que el grano seco, como lo demuestran ensayos realizados en engorde a corral. También se observó que un incremento en el porcentaje de humedad impacta positivamente en la eficiencia de conversión. Otras ventajas a considerar de esta técnica de conservación son la ausencia de costo de secado, el incremento del rendimiento por hectárea, debido a la menor caída de espigas ([pérdidas pre cosecha](#)) gracias a la cosecha temprana, y la posibilidad de cultivar híbridos con una madurez relativa mayor.

Claro que también pueden considerarse desventajas como no tener alternativas de comercialización (solo alimentación animal) y el uso de maquinaria específica para embolsado y procesado. Además, un inadecuado proceso de ensilado generará más pérdidas y se deben tener más cuidados durante la alimentación de los animales debido a su mayor tasa de digestión y a la posibilidad de un aumento de la ocurrencia de abscesos hepáticos posiblemente asociados a episodios de acidosis ruminal.

El grano cosechado húmedo debería ser molido o partido previo al almacenaje ya que facilita la eliminación del oxígeno favoreciendo el proceso de ensilado. En los casos en que la humedad del grano sea inferior al 25%, es necesario incorporar unos 13 litros de agua por tonelada de grano por cada punto porcentual de humedad por debajo del 25%. Otra opción es la del agregado de ácido propiónico o mezclas de propiónico- acético, estos permiten una rápida caída del pH y limitan la actividad microbiana. La concentración de propiónico a utilizar dependerá del contenido de humedad de grano almacenado siendo del 0,45% (base húmeda) con 18% de humedad al 0,70% con el 24%. La desventaja que presenta es que los ácidos son corrosivos para los metales con lo cual es necesario el lavado posterior de la maquinaria utilizada para el embolsado, no así cuando se realiza el suministro ya que el ácido habría sido absorbido por el grano.

Almacenamiento seco vs ensilado

Un error común es especular con el secado del maíz a campo para decidir si se lo comercializa o se lo guarda como reserva forrajera con la tecnología de ensilado. Con esta estrategia lo que se pretende es decidir el ensilado del maíz en función de la evolución climática del otoño. Si el otoño viene seco y se logra bajar la humedad del maíz a 16%, se lo guarda como grano seco para una posible comercialización, mientras que si el otoño viene lluvioso y la humedad no baja del 18-20% a campo se lo guarda como reserva forrajera. Sin embargo, para hacer un ensilado de calidad la humedad del grano debe ser de 25% o superior, por lo cual cuando se cosecha con 18-20% de humedad no se puede hacer un ensilado de la mercadería (por humedad insuficiente) ni tampoco se puede realizar una adecuada conservación en silo bolsa (por humedad elevada). La conservación de maíz en silo bolsa a humedad de 18-20% es riesgosa (pérdidas de calidad y riesgo de micotoxinas) y debería ser estrictamente temporaria (solo durante el invierno). Por los motivos expuestos se recomienda planificar con antelación a la cosecha el destino del maíz para minimizar las pérdidas de calidad del mismo.



Humedad	CH < 14,5%	14,5% < CH < 16,5%	16,5% < CH < 25%	25% > CH
Riesgo	Bajo	Moderado	ALTO	Bajo
Tiempo de almacenamiento (si se mantiene la hermeticidad de la bolsa)	Entre 6 meses y 1 año	Hasta 6 meses	De 1 a 3 meses	Hasta 1 año
Consideraciones	Armar la bolsa en terreno alto, con ligera pendiente, libre de rastrojos y termosellar los extremos. Cuidar la bolsa y emparchar las roturas. Monitorear periódicamente la condición de la bolsa y el grano.			
	Controlar la presencia de insectos. Sin riesgo de desarrollo de micotoxinas sin la bolsa no se rompe.	Evitar roturas en la bolsa y emparchar todas las detectadas. Controlar la evolución de la calidad especialmente a partir de la primavera. Leve riesgo de desarrollo de micotoxinas durante el almacenamiento.	Humedad insuficiente para ensilar pero muy alta para adecuada conservación. No extenderse más allá del invierno con humedades superiores a 18%. Extremar los cuidados de la bolsa. Posible desarrollo de micotoxinas. Considerar agregado de ácido propiónico.	Conservación por fermentación ácida en silo bolsa. Considerar agregado ácido propiónico. Cuidar la hermeticidad de la bolsa.