Almacenamiento y Acondicionamiento de Girasol

Ing. Agr. (Ph.D.) Ricardo Bartosik[1, 2]; Lic. (M.Sc.) Bernadette Abadía[1]; Ing. Agr. Leandro Cardoso[1]; Ing. Agr. (M.Sc.) Diego de la Torre[1]; Lic. Gisele Maciel[2].

[1] EEA INTA Balcarce

[2] CONICET.

1 Introducción

La poscosecha de granos es una etapa esencial de la cadena productiva de cereales y oleaginosas que comprende su almacenaje, transporte y acondicionamiento posterior a la cosecha y previo a su industrialización y/o uso final. Una adecuada conservación es esencial, ya que el deterioro posterior durante el almacenaje puede ser muy rápido, debido a los efectos de la respiración de los propios granos y principalmente al desarrollo de hongos e insectos que proliferan fácilmente al encontrarse con condiciones óptimas de humedad y temperatura en la masa de granos.

El almacenamiento y acondicionamiento de las semillas de girasol, tanto con destino aceitero como confitero, tiene particularidades que se derivan de sus características físicas y químicas. La Tabla 1 lista algunas de las propiedades de los granos determinantes para el almacenamiento y acondicionamiento, entre las que se destacan que el girasol tiene una menor densidad volumétrica, un mayor contenido de aceite, una menor humedad de almacenamiento segura y un mayor ángulo de reposo que los demás granos que típicamente se manejan en el sistema de poscosecha argentino. En las secciones siguientes se tratarán las problemáticas específicas derivadas de estas características.

Tabla 1. Parámetros físicos, contenido de aceite, humedad de recibo y humedad de almacenamiento segura de los diferentes granos. Fuente: (ASAE 2013)**;** (MWPS-22 1980)**;** (SAGyP 1994)(ASAE 2001)**;** (Maciel et al. 2015)

Parámetro	Girasol	Trigo	Maíz	Soja	Cebada	Colza	Arroz
Densidad volumétrica (kg/m^3)	410	770	720	770	620	670	580
Peso de 1000 granos (gr)	130-170	30-45	380	200-350	30-45	2-3	27
Contenido de aceite (%, rango)	38-55	2-4	5-7	18-22	2-4	43-45	2-4
Humedad de recibo (%)	11	14	14,5	13,5	12,0	8	14

Humedad de almacenamiento segura (para 20°C y 67% HR)	7-12	14	13-14	12-13	14	8	14
Ángulo de reposo promedio (°)	27	25	23	25	28	22	36
Pendiente	0,51	0,47	0,42	0,47	0,53	0,40	
Espacio poroso (%)	35-45	40-45	40-44	35-40	45-50	35-40	45-50

2 Principales problemáticas del girasol en la poscosecha

En líneas generales se pueden identificar tres problemáticas distintivas de la poscosecha del girasol. La comprensión de los fundamentos de estas tres problemáticas es crítica para garantizar un adecuado tratamiento en la poscosecha del girasol y garantizar el éxito en su comercialización y procesamiento en alimentos. Dichas problemáticas son:

1. Discrepancia entre humedad de comercialización y humedad de almacenamiento segura

   La humedad base de comercialización del girasol en argentina es del 11% ((SAGyP 1994)), mientras que la humedad de almacenamiento segura, dependiendo de su contenido de aceite, se encuentra entre 7 y 12%. Como resultado de ello, los productores y acopiadores tienden a mantener el girasol con una humedad cercana a la base de comercialización, de lo contrario estarían perdiendo peso de mercadería. Sin embargo, dicha humedad permite el desarrollo de hongo, con el consecuente riesgo de calentamiento y pérdida de calidad de la mercadería (aumento de daño por hongo, aumento de acidez, etc.).

2. Residuos de insecticidas en el aceite

   En Argentina la normativa oficial obliga a que la comercialización de los granos sea libres de insectos ((SAGyP 1994)). Esto implica que si un productor o acopiador quisiera vender girasol a una aceitera y el grano contiene insectos, antes de comercializarlo está obligado a realizar un tratamiento de control. Si, por otra parte, el grano comercializado es detectado con insectos en destino, el comprador debe rechazar la mercadería (el dueño debe retirarla y realizar un control de insectos), lo cual genera costos extras e importantes problemas logísticos. Esto hace que, de hecho, se trate con insecticidas todo el grano infestado o sospechado de estarlo, previo a su comercialización. El uso de insecticidas preventivos está bastante extendido en Argentina, y existen una serie de principios activos que están aprobados. No obstante, a veces no se respetan las recomendaciones de uso, se realizan aplicaciones innecesarias (por las dudas) o se duplican aplicaciones por falta de

trazabilidad en la información. Esto puede resultar en niveles de residuos por encima del límite máximo de residuos (LMR) permitido, especialmente en los mercados de exportación de aceite crudo o de girasol confitero ((Abadía & Bartosik 2013)).

3. Incendios de secadoras

   Existe un importante riesgo de incendio durante el secado de girasol porque normalmente el grano viene acompañado por una abundante cantidad de material seco y fibroso. Este material puede ser muy liviano, flotar en el aire e ingresar a la secadora aspirado a través del quemador. En otros casos puede quedar material vegetal (restos de tallos o capítulos) en el interior de la máquina, incrementando el riesgo de incendios.

En las secciones siguientes se tratarán en detalle las problemáticas descriptas en la presente sección.

3 Almacenamiento

3.1 Actividad microbiana,

Los hongos que crecen con mayor frecuencia en el campo, tales como Fusarium, Cladosporium y Alternaria, son sustituidos en el almacenamiento por especies que se adaptan a condiciones xerófilas, como Penicillium y Aspergillus spp. Los hongos también pueden reducir la viabilidad de los granos, así como causar su decoloración y manchas ((Navarro & Noyes 2001)). Los hongos que se desarrollan durante el almacenamiento son los principales responsables de las pérdidas de calidad de granos durante las poscosecha. Al contrario de los insectos, que son la segunda causa de pérdidas en la poscosecha, no puede evitarse la presencia de hongos en el granel, la única forma de reducir los daños que pueden ocasionar es generando condiciones del ambiente intergranario desfavorables para su desarrollo.

De acuerdo con lo que se puede observar en la Tabla 2, la temperatura no es un factor estrictamente limitante para desarrollo de hongos, ya que su rango de desarrollo es muy amplio e inclusive logran hacerlo a temperaturas por debajo de los 0ºC (aunque a bajas temperaturas el desarrollo de hongos es mucho más lento). En cambio, la condición que realmente limita el desarrollo de microorganismos es la humedad relativa del espacio intergranario. Dicha tabla muestra que la HR mínima que se requiere para la germinación de esporas de hongos es de 71%, implicando que una HR inferior a 71% evitaría el desarrollo de hongos y el consecuente deterioro del grano. Por lo tanto se define como condición de almacenamiento segura a aquella cuya HR del espacio intergranario es menor a 67%. Dicho de otra manera, la humedad de almacenamiento seguro (CHAS) de cualquier grano es aquella que se equilibra con la HR del aire en el espacio intergranario menor a 67%.

Tabla 2. Condiciones de humedad relativa de equilibrio (HRE) para germinar, su correspondiente contenido de humedad de equilibrio (CHE) y temperatura mínima, máxima y óptima para el

crecimiento de las especies de hongos más importantes en granos almacenados. Fuente: (Lacey et al. 1980)

Hongos	HRE min. para germinar (%)[a]	Temperatura de crecimiento (ºC)		
		Mínima	Optima	Máxima
Alternaria	91	-3	20	36-40
Aspergillus candidus	75	10	28	44
A. flavus	82	6-8	36-38	44-46
A. fumigatas	82	12	37-40	50
A. glaucus	72	8	25	38
A. restrictus	71-72	--	--	--
Cephalosporium acremonium	97	8	25	40
Epicoccum	91	-3	25	28
Fusarium moniliforme	91	4	28	36
F. graminearum	94	4	25	32
Mucor	91	-3	28	36
Nigrospora oryzae	91	4	28	32
Penicillium funiculosum	91	8	30	36
P. oxalicum	86	8	30	36
P. brevicompactum	81	-2	23	30
P. cyclopinm	81	-2	23	30
P. viridicatum	81	-2	23	36

Referencias: [a] Aproximadamente más del 5% de las esporas pueden germinar a esta HRE

3.2 Contenido de Humedad de Equilibrio de granos

El contenido de humedad de equilibrio (CHE) puede ser definido como el CH al cual la presión de vapor interna del grano está en equilibrio con la presión de vapor del ambiente (HR del ambiente intergranario). Por lo tanto, el CHE determina el CH al que un grano puede ser secado bajo condiciones particulares. La HRE determina la máxima presión de vapor del aire intersticial que puede ser alcanzada dado un cierto CH de los granos almacenados. En la Figura 1 se grafica la relación de equilibrio aire grano para un determinado híbrido de girasol, donde se observa que a medida que la humedad relativa de equilibrio del aire aumenta, también aumenta el contenido de humedad del grano. Desde el punto de vista práctico la implicancia es que si el girasol almacenado es aireado con una condición del aire de 25 °C y 65% de HR, entonces tenderá a secarse hasta 8% aproximadamente, mientras que si es aireado con aire a 70% se equilibrará a 9% de humedad, mientras que si es expuesto a 77% de HR la humedad de girasol será de 11%. Por otra parte, la relación de la Figura 1 también nos indica cual sería la HR del espacio intergranario para diferentes humedades de almacenamiento del grano. Por ejemplo si el híbrido de girasol es almacenado a 11% de humedad, la HR del espacio intergranario será de 77%, mientras que si es almacenado a

9% la HR será de 71% y si es almacenado a 8% la HR será de 67%, lo cual tiene importantes implicancias desde el punto de vista del desarrollo de hongos tal como se discutió en la sección anterior.

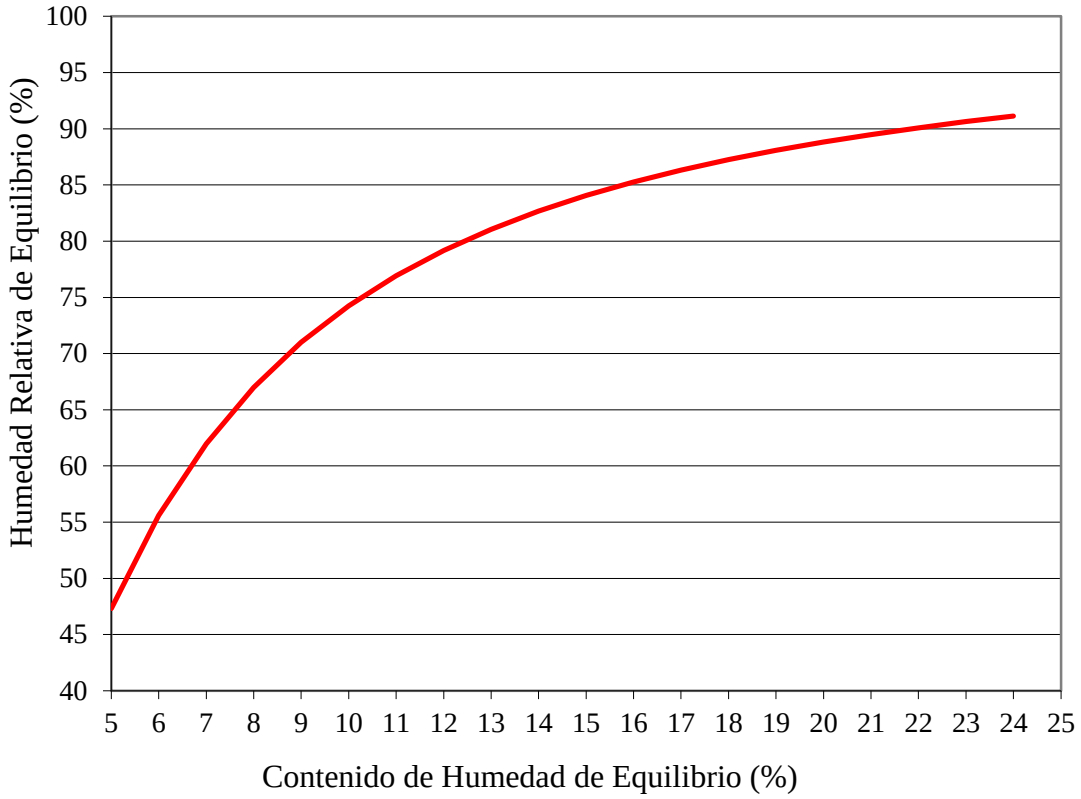

Figura 1. Contenido de humedad de equilibrio de girasol con 48,6% de aceite a 25 °C de temperatura. Fuente: (Maciel et al. 2015).

3.3 Contenido de aceite y humedad de almacenamiento segura de los granos de girasol

El contenido de aceite afecta significativamente la HRE de los granos. Los granos de oleaginosas, que tienen un mayor contenido de aceite que los cereales, absorben menos agua a una misma HR (Pixton & Warburton 1971). Dicho de otra manera, para una misma humedad del grano, cuanto mayor es su contenido de aceite mayor será la HR de equilibrio. Esto es de particular importancia para el girasol, ya que existen híbridos o variedades con rangos de aceite entre 39 y 55% (ASAGIR 2010).

Figura 2 muestra la humedad de almacenamiento segura de híbridos de girasol con diferente contenido de aceite. Como se puede apreciar, para aquellos híbridos con contenidos de aceite bajo (menos de 40%) la humedad de almacenamiento segura estaría entre 11 y 12,5% para el rango de temperaturas entre 0 y 35 °C, pero para híbridos con contenidos de aceite de 44% o

superiores, la humedad de almacenamiento segura está siempre por debajo de 11%. En el caso de híbridos con contenidos de aceite mayores a 48% la condición segura de almacenamiento será menor a 8,5%, aun cuando se almacenen a bajas temperaturas ((Maciel et al. 2015)). Probablemente, cuando se crearon las normas de comercialización de girasol, los contenidos de aceite típicos eran inferiores a 40%, por lo que una humedad base de comercialización de 11% quizás resultara segura. Sin embargo, el desarrollo de las empresas semilleras en los últimos años ha resultado en un incremento substancial del contenido de aceite de los híbridos que se encuentran en el mercado, resultando inseguro para la mayoría de ellos el almacenamiento a la humedad de recibo (11%), la cual probablemente debería ser revisada (reducida) para orientar hacia una adecuada condición de almacenamiento del girasol.

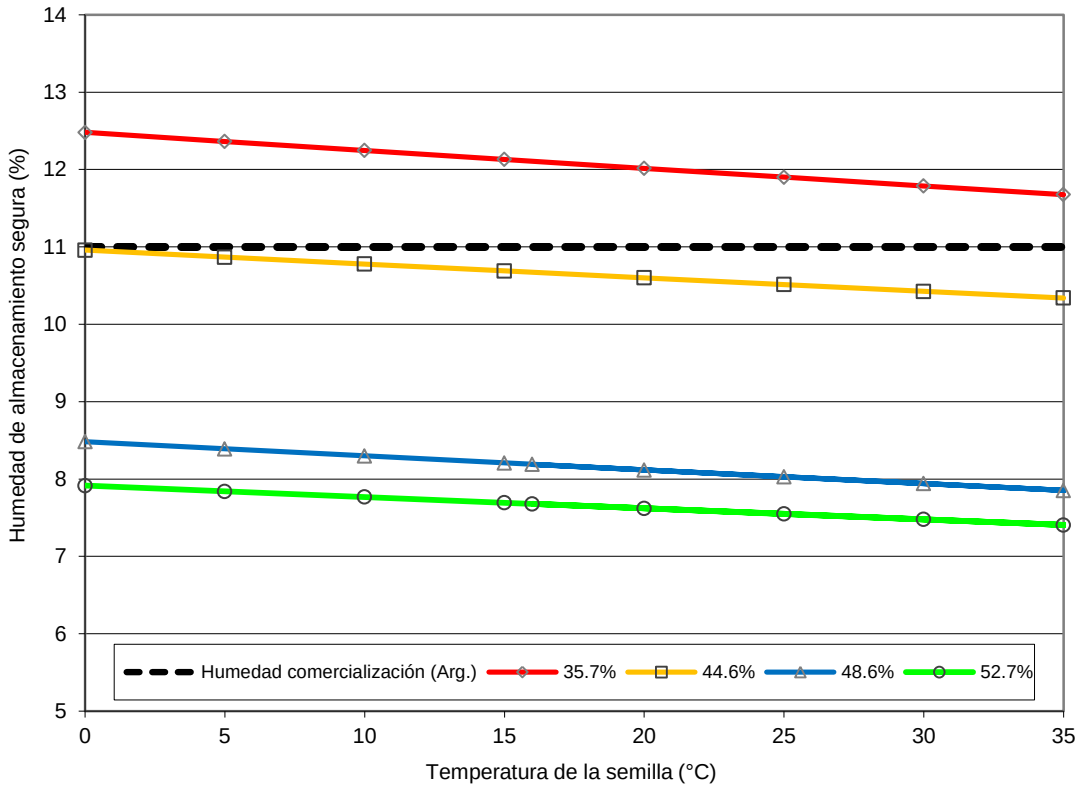

Figura 2. Humedad de almacenamiento segura de híbridos de girasol con diferentes contenidos de aceite para un rango de temperatura entre 0 y 35 °C y humedad de comercialización para girasol en Argentina. Fuente: (Maciel et al. 2015)

El almacenamiento a 11% de humedad de los híbridos y variedades actuales de girasol, con alto contenido de aceite, es una práctica insegura. Dicha condición de humedad genera condiciones tales en el ambiente intergranario que favorecen el desarrollo de microorganismos. El desarrollo de microorganismos resulta en el calentamiento de la masa de granos, incremento de acidez en el aceite, granos dañados por calor, granos dañados por hongos y, eventualmente, incendio de silos. Por los motivos expuestos, el almacenamiento seguro de los materiales actuales se debe realizar a humedades entre 8 y 9%.

Una tecnología fundamental para monitorear las condiciones de almacenamiento del girasol es la termometría. La medición periódica de la temperatura durante el almacenamiento permitirá detectar a tiempo incrementos de temperatura y corregirlos mediante aireación, evitando daños en la mercadería.

4 Aireación

El proceso de aireación consiste en el movimiento forzado de aire ambiente a través de la masa de granos. La aireación es una técnica fundamental para mantener la calidad de los granos durante su almacenamiento dado que permite:

1) mantener lo más baja posible la temperatura del granel. El proceso de aireación limita el desarrollo de los insectos, dado que reduce su actividad metabólica. Asimismo, reduce la actividad metabólica de los hongos y de los propios granos, favoreciendo el almacenamiento prolongado.

2) mantener uniforme la temperatura del granel. La aireación limita el desarrollo de hongos e insectos debidos a la formación de focos localizados de humedad en el granel. La aparición de dichos focos localizados se debe a los movimientos convectivos de aire que ocurren con los cambios estacionales de temperatura y radiación solar.

3) en el caso particular del girasol, dada su tendencia a perder humedad, con adecuado caudal de aire y durante un tiempo relativamente prolongado de funcionamiento se puede secar algunos puntos.

4.1 Manejo de la aireación

La aireación de granos se maneja por ciclo (tiempo que se tarda en pasar el frente de enfriado a través de toda la masa de granos). Dependiendo del caudal de aire, el ciclo de aireación puede tardar entre 100 y 200 horas de funcionamiento del ventilador. Se recomienda establecer para cada ciclo una temperatura límite de funcionamiento del ventilador, la cual debe estar en relación a las condiciones climáticas de la localidad y la estación del año. Teniendo en cuenta que el ventilador debiera funcionar un 30-40% del tiempo, implica que cada ciclo de aireación se deberá cumplir en aproximadamente un mes de tiempo. En el Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos se detalla cómo implementar una estrategia de aireación de acuerdo al tipo de grano y localidad (Abadía & Bartosik 2013).

Si se almacena girasol a 11%, la actividad biológica resultará en el calentamiento del mismo, por lo que se deberá utilizar aireación con frecuencia para mantener la temperatura en valores normales. A través de los sucesivos ciclos de aireación la humedad irá bajando (a razón de 0,8 a 1 °C por ciclo), por lo que en tres ciclos de aireación la humedad habrá bajado a 8-9%, resultando en condiciones más seguras de almacenamiento. En dichas condiciones de humedad, una vez frío, se puede sellar la boca del ventilador y mantener el girasol frío durante el resto del

invierno. En líneas generales se puede resumir los siguientes puntos respecto de la aireación de girasol:

- Si el girasol está almacenado a humedades de 11% o superiores, el calentamiento se producirá bastante rápido, por lo que el objetivo es secarlo evitando además que se caliente en exceso. Para ello se debe utilizar aireación de manera muy frecuente, evitando solamente situaciones de extremadamente alta humedad relativa (90%).
- A medida que el girasol se seca y se acerca a 8% de humedad se puede ser un poco más selectivo en las condiciones del aire, buscando temperaturas bajas y HR intermedias (65-75%).

5 Secado

El girasol en un producto que se seca con facilidad. Se puede realizar un secado exitoso tanto a baja temperatura (silo o celdas) como en sistemas continuos de alta temperatura. Esto ocurre debido a ciertas características físicas y propiedades químicas (composición) particulares de la semilla de girasol, la cual es de tamaño relativamente grande, por lo que deja espacios porosos de gran tamaño por donde el aire circula con facilidad. La cubierta de la semilla ofrece poca resistencia al paso de humedad, y su alto contenido de aceite tiende a que bajo condiciones ambientales normales (ej. 25 °C y 70% HR) la semilla tienda a equilibrarse a humedades cercanas a 8%. Esto implica que mediante el secado en silo a baja temperatura, con adecuado caudal de aire (más de 1 $m^3.min^{-1}.t^{-1}$), el girasol puede perder hasta 5 puntos de humedad en el período de 20 a 40 días. Para mayor información sobre secado en silo dirigirse a (Abadía & Bartosik 2013).

A su vez, el girasol tiene una densidad menor que los otros granos, por lo que para un mismo volumen de mercadería hay menos agua para evaporar. Por ejemplo, una secadora de 30 t de capacidad estática de maíz, para secarlo de 18 a 15% (3 puntos) debe remover 1060 kg de agua. La misma secadora llena de girasol puede contener solamente 21 t, y para secarlo de 14 a 11% (3 puntos) deberá evaporar 710 kg de agua (33% menos). Los operarios que están acostumbrados a secar maíz en secadoras continuas de alta temperatura tienden a sobresecar el girasol. Por lo tanto, cuando se seca girasol para evitar el sobresecado se debe incrementar la velocidad de pasada de la semilla o bajar la temperatura de secado comparado con las condiciones de secado de maíz. Sin embargo, desde el punto de vista de la calidad, temperaturas de secado de hasta 105 °C no tienen efectos adversos en el rendimiento de aceite o la composición de ácidos grasos. Sin embargo, si el objetivo es secar para producir semilla, la temperatura de secado no debería pasar los 43 °C.

5.1 Riesgo de incendio durante el secado

El girasol presenta un importante riesgo de incendio de la secadora cuando es secado a alta temperatura. Esto puede ocurrir porque material fibroso y liviano que se desprende de la semilla flota en el aire y puede ser aspirado por la secadora a través del quemador, introduciendo dentro de la cámara de secado material incandescente o chispas. A su vez, el girasol suele venir de campo con restos de capítulos o tallos, Estos restos vegetales pueden quedarse trabados en el interior de la máquina secadora. Con el tiempo se recalientan y sobresecan, constituyendo un

riesgo latente que ante la menor chispa que ingrese a la cámara de secado puede encenderlo con facilidad.

Para minimizar los riesgos de incendio se recomienda limpiar el material antes de ingresarlo a la secadora, limpiar toda el área cercana a la secadora, limpiar el plenum de aire caliente de la secadora, asegurarse que el grano fluya de manera normal en todas las columnas o secciones de la secadora. Si se detecta flujo de grano desuniforme, probablemente esto implica que hay material atorado en su interior que puede sobresecarse y recalentarse, incrementando el riesgo de incendio. Muchos de estos siniestros ocurren de noche, cuando la secadora se deja desatendida, por lo cual se recomienda extremar la atención durante el secado de girasol. Finalmente, se pueden instalar en las secadoras sistemas contra incendio que permiten, a través de una serie de cañerías, verter con rapidez una gran cantidad de agua en el interior de la misma, controlando un foco de incendio con facilidad en sus estadios tempranos. Sin embargo estos sistemas operan de manera manual, por lo que el foco de incendio debe detectarse a tiempo. Una vez más, una operación de secado supervisada es fundamental para evitar el peligro de incendios.

6 Control de plagas

La actividad de los insectos influye negativamente sobre la calidad de los granos almacenados, por múltiples razones:

- En Argentina está prohibido comercializar y exportar granos con insectos vivos.
- Afecta la calidad comercial del grano. Al alimentarse directamente del grano, los insectos causan reducción de peso y aumentan el porcentaje de granos dañados. Además, los restos de insectos muertos, telas y deyecciones aumentan el porcentaje de materias extrañas en el granel. Asimismo, los insectos pueden afectar alguna característica relevante del producto, por ejemplo, disminuir el poder germinativo de las semillas o el porcentaje de expansión de maíz pisingallo, entre otros.
- Las infestaciones por insectos generan condiciones propicias para el ataque de hongos.
- La utilización de productos químicos para el control de los insectos pone en riesgo la inocuidad del grano, si se exceden los límites máximos de residuos.

Las consecuencias van entonces desde impedimentos comerciales hasta severas pérdidas de calidad en grandes masas de granos. La clave para proteger los granos del ataque de estas plagas es la incorporación de un enfoque de Control Integrado de Insectos. Este enfoque utiliza diferentes estrategias y prácticas de control para limitar el daño de los insectos de la forma más económica posible, al mismo tiempo que preserva la inocuidad del grano y minimiza el impacto ambiental. En ese contexto, se busca reducir al mínimo la utilización de insecticidas.

El Control Integrado de Insectos está conformado por estrategias orientadas a:

1) Prevenir la aparición de la plaga

2) Monitorear e Identificar la plaga

3) Controlar la plaga evaluando las alternativas más adecuadas

En líneas generales, la prevención de los insectos plaga de granos almacenados se basa fundamentalmente en la limpieza de la planta, el tratamiento de las instalaciones vacías con insecticidas antes de recibir la nueva cosecha y el enfriamiento de los granos por medio de aireación y/o refrigeración. Para períodos largos de almacenamiento, pueden utilizarse en forma complementaria insecticidas preventivos para proteger al grano apenas ingresa al almacenamiento, con el objetivo de reducir la necesidad posterior de insecticidas.

Sin embargo, dadas las restricciones que se le aplican al girasol relacionado a los límites máximos de residuos de diferentes principios activos en el aceite, siempre hay que trabajar en función de la cadena para establecer cuáles son los productos permitidos, más allá de lo que está habilitado para su uso por Senasa.

6.1 Prevenir la infestación

Las tareas de prevención de insectos son la clave para evitar la infestación y las aplicaciones de insecticidas. Por lo tanto, la prevención debe realizarse de forma sostenida en el tiempo: antes, durante y después de la llegada del grano al depósito.

6.1.1 Antes del ingreso de la mercadería

La principal medida preventiva antes del llenado de los recintos es la limpieza. En particular, se recomienda realizar los siguientes procedimientos entre dos y tres semanas antes de la llegada del grano al depósito.

- Limpiar la cosechadora, camiones, vagones, tolvas y sinfines antes de cosechar para remover restos de granos que pudieran estar infestados. Utilizar cepillos, escobas y aspiradoras.
- Limpiar los silos y celdas vacíos, incluyendo paredes, techos, vigas y tirantes, removiendo los restos de granos. Utilizar cepillos, escobas y aspiradoras. Remover posibles incrustaciones de granos de las paredes de silos y celdas.
- Limpiar los restos de granos de los ventiladores y los ductos de aireación. Si el silo posee piso perforado, también retirar los restos de granos que se encuentran por debajo del mismo.
- En lo posible remover los granos que se encuentran en los amortiguadores de caída por gravedad. Lo ideal sería promover entre los fabricantes de silos y transportes una mayor accesibilidad a los amortiguadores y su facilidad de limpieza.
- Limpiar los pozos de noria, túneles, plataforma de descarga hidráulica, canaletas y desagües pluviales.

- Limpiar los restos de grano que se encuentren en las inmediaciones de los silos. Esto ayudará a que los insectos presentes en el grano infestado en el exterior no ingresen al interior del silo. Se recomienda que el piso lindante al silo sea de material (no de tierra), liso y sin rajaduras, para facilitar la limpieza y evitar que insectos y roedores lo utilicen como refugio.
- Colocar barreras físicas para excluir a los insectos. Puede utilizarse mallas de entramado pequeño para cubrir las bocas de los ventiladores y, si fuera necesario, en el espacio abierto que queda entre la pared del silo y el techo. Colocar la tapa de los ventiladores cuando no están funcionando.
- Mantener el área cercana a los silos libre de vegetación, ya que el pasto actúa como refugio de insectos y de roedores. Utilizar un herbicida para eliminar la vegetación en la zona más próxima al silo.
- Para eliminar los insectos que puedan haber quedado en zonas de difícil acceso a la limpieza, rociar el interior del silo incluyendo las paredes (hasta unos 5 metros de altura), las vigas, los tirantes y el piso con un insecticida residual al punto de escurrimiento (es decir, que "chorree"). También puede hacerse una aspersión en la parte interna superior y en el techo desde la puerta de inspección, previa limpieza.
- Otra práctica recomendable para este tipo de tratamientos en las instalaciones es la nebulización en frío. Este sistema posee dos ventajas sustanciales sobre una aspersión convencional: una es el tamaño de gota que, por ser mucho más pequeño, a igual volumen de producto cubre más superficie; la segunda es que el tamaño de la gota evita la necesidad de chorrear, minimizando así la acción corrosiva de los insecticidas sobre todo en paredes metálicas.
- En el exterior, rociar la base, las paredes (hasta 1 metro de altura), las bocas de los ventiladores y el suelo que rodea la base con el mismo producto que en el interior.
- Si el silo posee piso perforado y se planea almacenar grano dentro del mismo por un período prolongado, fumigar la zona que se encuentra debajo del piso perforado con fosfuro de aluminio, cubriendo el piso con una lámina de polietileno (de este modo se calculará la dosis de fosfuro metálico sólo para volumen que se encuentra debajo del piso; de lo contrario, se debería calcular una dosis para todo el volumen del recinto).
- Evitar agregar grano recién cosechado sobre el grano que se encuentra almacenado en el silo, ya que el grano almacenado puede actuar como fuente de infestación. De no ser posible, fumigar el silo con fosfuro de aluminio y asegurarse de que esté libre de insectos antes de agregar nuevo grano.
- Colocar trampas de insectos para verificar la efectividad del tratamiento de limpieza y desinfestación, tanto en el interior como en el exterior de los recintos.
- Adicionalmente, se recomienda realizar la limpieza del grano antes de cargarlo al silo para reducir la concentración de material fino en el granel, por dos razones. La primera es que el material fino es la fuente de alimento preferida por los insectos, dado que es más fácilmente atacable que el grano entero. La segunda es que el mate- rial fino dificulta el pasaje del aire durante la aireación y retrasa el enfriado, aumentando el riesgo de infestación por insectos.

6.1.2 Durante el llenado del depósito

Si se planea almacenar el grano por un lapso prolongado, pueden aplicarse insecticidas preventivos en la mercadería, también llamados "protectores de grano". Estos productos matan a los insectos cuando se alimentan o caminan por el granel y ofrecen una protección prolongada del grano durante el almacenamiento, gracias a su poder residual.

Sin embargo, dadas las restricciones que se le aplican al girasol relacionado a los límites máximos de residuos de diferentes principios activos en el aceite, siempre hay que trabajar en función de la cadena para establecer cuáles son los productos permitidos, más allá de lo que está habilitado para su uso por Senasa.

Los principios activos que se aplican directamente sobre el grano son los mismos que se utilizan para instalaciones vacías, aunque varían las dosis y los métodos de aplicación.

Existen algunos recaudos a tener en cuenta para la aplicación de los protectores de grano en cuanto a la temperatura y la humedad (ya que la degradación de estos principios activos se produce por hidrólisis):

- Mantener los granos fríos aumenta el período de protección, dado que el poder residual de estos insecticidas disminuye al aumentar la temperatura. Así, la efectividad del producto mejora con la aireación y/o refrigeración del silo.
- Los protectores de grano no deben aplicarse previo al secado en secadora de alta temperatura, dado que el calor elevado producirá la rápida volatilización del principio activo y reducirá el poder residual.
- Los protectores de grano deben aplicarse sobre grano seco (humedad de recibo o inferior). Aplicados sobre grano húmedo se degradan rápidamente.
- Por otra parte, se recomienda la aplicación de fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio al ingreso de mercadería si hay una infestación evidente o bien se sospecha de infestación oculta.

6.1.3 Después del llenado del silo

Una vez que el grano ingresó en el silo, la medida de prevención de insectos más importante es el enfriado por medio de aireación y/o refrigeración. El fundamento de esta medida radica en que la mayoría de los insectos de granos almacenados son principalmente de origen tropical y subtropical y, en consecuencia, no pueden desarrollarse adecuadamente por debajo de los 17ºC.

No obstante, debe tenerse en cuenta que la aireación no constituye un método de control 100% efectivo, puesto que algunas de estas plagas son tolerantes al frío. Por ejemplo, los gorgojos son todavía activos a 15ºC y los ácaros a 5ºC.

Para optimizar el proceso de aireación, se recomienda practicar el descorazonado del silo o bien el desparramado del material fino. Estos procesos aportan un doble beneficio: evitan la formación del corazón de finos en la zona central del silo y ayudan a nivelar la superficie del granel, mejorando el pasaje del aire. Por el mismo motivo, debe evitarse el sobrellenado del silo, lo cual permitirá además realizar un correcto monitoreo de los insectos.

En forma alternativa, algunos insecticidas pueden aplicarse sobre la superficie del granel una vez que el silo está lleno (método de “top-dress”). El fundamento de la protección radica en que los insectos que ingresen por el techo del silo morirán al intentar atravesar el tramo superior del granel tratado con el producto. De esta forma, la capa superior actúa como barrera de entrada, protegiendo al resto del granel del ataque de los insectos. No obstante, esto es válido siempre y

cuando no se proceda a vaciar parcialmente el silo, ya que el grano tratado será el primero en salir.

Algunos insecticidas pueden ser utilizados o bien como protectores de grano o bien para tratamiento “top-dress”, pero no para ambos fines debido a que se excederían las dosis máximas permitidas. Verificar las indicaciones de la etiqueta al planificar un tratamiento preventivo con insecticidas.

Sin embargo, dadas las restricciones que se le aplican al girasol relacionado a los límites máximos de residuos de diferentes principios activos en el aceite, siempre hay que trabajar en función de la cadena para establecer cuáles son los productos permitidos, más allá de lo que está habilitado para su uso por Senasa.

6.1.3.1 Principios activos registrados en Argentina y clasificación

Desde el punto de vista de los fines prácticos, los insecticidas de granos almacenados pueden dividirse en tres grupos: preventivos, curativos y de rápida acción. Para los fines preventivos se utilizan insecticidas residuales líquidos o en polvo, capaces de evitar una infestación por un tiempo prolongado después de su aplicación. Éstos se aplican sobre las instalaciones vacías antes de recibir el grano o bien sobre el grano mismo, cuando se encuentra en movimiento. Los insecticidas líquidos o en polvo controlan adultos y algunas fases juveniles, pero son incapaces de eliminar los estadios que se desarrollan en el interior del grano. En la Tabla 3 se ofrece un listado detallado de los insecticidas registrados en SENASA para su utilización en granos almacenados en Argentina.

Tabla 3. Insecticidas registrados por Senasa en Argentina para granos almacenados, clasificación, principio activo y familia, y tipo de plaga que controla. Fuente: elaboración propia en base a Resolución SENASA 934/2010, listado de SENASA de principios activos registrados a mayo de 2015 y marbetes comerciales.

	Principio activo Familia	Insectos y ácaros que controla
Preventivos	Clorpirifos metil Organofosforado	Ácaro, arañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio
	Clorpirifos metil + Deltametrina* Organofosforado + piretroide	Ácaro, arañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio y taladrillo de los granos
	Deltametrina* + Butóxido de piperonilo Piretroide + sinergizante	Carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio, polilla de la fruta seca, polilla de la harina, taladrillo de los granos.
	Mercaptotion Organofosforado	Gusano amarillo de la harina, palomita de los cereales, polilla de la harina, tribolio confuso.
	Pirimifos metil Organofosforado	Ácaro, arañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio
	Pirimifos metil + Lambdacialotrina* Organofosforado + piretroide	Ácaro, arañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio y taladrillo de los granos
	Tierra de diatomeas Origen biológico	Amplio espectro
	Tierra de diatomeas + Deltametrina* Origen biológico + piretroide	Amplio espectro
Rápida acción	DDVP Organofosforado	Árañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio, polilla de la fruta seca
	DDVP + Deltametrina* Organofosforado + piretroide	Arañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio y taladrillo de los granos
Rápida acción	DDVP + Permetrina* Organofosforado + piretroide	Arañuela de la harina, carcoma, gorgojo, palomita de los cereales, tribolio y taladrillo de los granos
Curativos	Fosfuro de alumínio* Inorgánico	Gorgojo, taladrillo de los granos, palomita de los cereales, gorgojo del poroto, gorgojo del café, carcoma del tabaco, tribolio castaño, tribolio confuso, carcoma achatada, carcoma dentada, carcoma grande, polilla de la harina, polilla de la fruta seca, ácaro de la harina, otros ácaros.
	Fosfuro de magnesio* Inorgánico	Gorgojo, taladrillo de los granos, palomita de los cereales, gorgojo del poroto, gorgojo del café, carcoma del tabaco, tribolio castaño, tribolio confuso, carcoma achatada, carcoma dentada, carcoma grande, polilla de la harina, polilla de la fruta seca, ácaro de la harina, otros ácaros.

**. Controla Rhyzoperhta dominica (taladrillo de los granos)*

***Fuente:** elaboración propia en base a Resolución SENASA 934/2010, listado de SENASA de productos formulados a mayo de 2012 y marbetes comerciales.*

6.1.3.2 Consideraciones sobre insecticidas químicos

Para fines curativos (esto es, controlar plagas ya instaladas) se utiliza principalmente la fosfina, un insecticida que actúa en forma de gas (fumigante). La fosfina es capaz de eliminar todos los estadios de desarrollo del insecto y no ofrece protección posterior porque carece de residualidad. Si bien esta es una desventaja, respecto del control de insectos en girasol constituye una ventaja, ya que no deja residuos en el grano ni en el aceite. La fumigación con fosfina se aborda en detalle en la sección siguiente.

Cabe destacar que no todos los insecticidas son efectivos contra todas las plagas y de allí que resulte muy importante la tarea de identificación de los insectos presentes. Por ejemplo, el taladrillo de los granos (Rhyzopertha dominica) debe ser controlado con piretroides pues es resistente a los organofosforados; en cambio, los organofosforados son más efectivos para el control de los gorgojos (Sitophilus spp). En caso de una infestación con ambas especies, se debe utilizar una formulación que combine los dos tipos de insecticidas.

Como insecticida de rápida acción, en Argentina suele utilizarse el DDVP. Debido a su elevada presión de vapor, el DDVP es capaz de controlar los insectos adultos en poco tiempo (volteo rápido) pero no los estadios que se desarrollan en el interior del grano; por lo tanto, de existir huevos y larvas dentro de los granos se reanudará la infestación al cabo de algunos días. Su poder residual es escaso, del orden de pocos días.

Como se ha mencionado, los insecticidas en base a DDVP pueden utilizarse para eliminar rápidamente larvas y adultos debido a su elevada presión de vapor (volteo rápido). La desventaja de utilizar DDVP es que no elimina todos los estadios de desarrollo del insecto de modo que la infestación puede reanudarse a los pocos días. En Argentina, es usual que se realice la aplicación de DDVP a la carga del transporte con el objetivo de lograr una rápida mortandad de los insectos adultos y así evitar los rechazos en destino por presencia de insectos vivos. No obstante, esta práctica se debe evitar por las siguientes razones:

- En algunas provincias argentinas está prohibida la aplicación de cualquier sustancia fitosanitaria a la carga del camión (tanto líquidos, como sólidos y fumigantes).
- Una aplicación de DDVP improvisada y a último momento puede conducir a que no se cumpla el período de re-entrada y/o el período de carencia. Nótese que en los marbetes comerciales se indica un período de carencia de entre 20 y 30 días para el rango de dosis normalmente utilizadas. Esto implica que un lote trata- do con DDVP recién puede liberarse para el consumo entre 20 y 30 días después de la aplicación.
- El DDVP es un insecticida registrado en Argentina (posee un Límite Máximo de Residuos de 5 mg/kg) pero prohibido en otros países, por ejemplo en la Unión Europea. Para evitar el rechazo de la mercadería en tales destinos, se debe evitar la utilización de este principio activo en toda la etapa de poscosecha. Esto es crítico especialmente en el girasol, ya que residuos de este producto pasan al aceite causando importante inconvenientes en la comercialización. Cabe destacarse que el aceite se consume refinado, y que el proceso de refinamiento elimina los residuos, por lo que no hay un efecto en la salud humana. Sin embargo, la gran proporción del aceite se exporta como aceite crudo, por lo que puede contener residuos.

Planifique la aplicación de insecticidas (líquidos, sólidos y fumigantes) con suficiente anticipación al despacho de la mercadería. Sólo así evitará problemas de insectos vivos, residuos e intoxicaciones accidentales.

6.1.3.3 Fumigación con fosfina

El fumigante más utilizado en la actualidad para el control de plagas en granos almacenados es la fosfina. La fosfina es un gas letal para los insectos, capaz de eliminar todos sus estadios de desarrollo, incluso los de las plagas primarias, ya que difunde hacia el interior del grano. Como se profundizará luego, el éxito del tratamiento con fosfina depende de la hermeticidad del recinto y del tiempo de exposición. La fosfina no posee poder residual, de modo que no ofrece protección posterior, y no afecta el poder germinativo de las semillas

Una fumigación con fosfina sólo puede ser realizada por una persona o ente habilitado para tal fin debido a los riesgos que conlleva el procedimiento. La fosfina es un gas altamente tóxico para los insectos, roedores, humanos y otros animales. Además es corrosivo de los metales blandos y puede encenderse espontáneamente en el aire a concentraciones superiores a 18000 ppm. Antes de manipular fosfina leer atentamente las recomendaciones de la etiqueta del envase y la Hoja de Seguridad.

6.1.3.4 Claves para una fumigación exitosa: hermeticidad y dosificación

Como regla general, en Argentina se recomienda una concentración mínima efectiva de 200 ppm de fosfina durante por lo menos 5 días dentro de la estructura de almacenamiento (ya sea silos, celdas, bolsas plásticas, etc.) para eliminar adultos, huevos y larvas de insectos. Pero, ¿cómo lograr esa concentración?

La clave radica en dos factores muy importantes: la hermeticidad del recinto y la dosificación del fosfuro metálico.

La hermeticidad del recinto debe ser la máxima posible. Esto permite que se establezca la concentración letal de fosfina y que se mantenga por el tiempo necesario para eliminar todos los estadios del insecto. Si la hermeticidad es baja, la mayoría de la fosfina se escapará rápidamente (al cuarto día o antes, Fig. 1.18); en este caso es posible que los insectos adultos mueran, pero los huevos, larvas y pupas reiniciarán el ciclo de infestación a los pocos días.

Para lograr una correcta hermeticidad, en estructuras fijas se debe tapar los ventiladores y los conductos de aireación y sellar todas las grietas y roturas, previamente a la aplicación de las

pastillas. También es recomendable realizar el encarpado de la mercadería, que consiste en cubrir la superficie del granel con una lámina de polietileno de 150 micrones de espesor como mínimo y sellar sus bordes (por ejemplo, colocar algo del mismo grano en los bordes como contrapeso)

De no realizarse el encarpado, se deberán sellar además todas las aberturas del techo del depósito (bocas de venteo, extractores, puertas de inspección, etc.).

En bolsas plásticas, se debe asegurar que la bolsa esté perfectamente cerrada y que no presente roturas sin emparchar.

La adecuada dosificación, por su parte, es crítica para llegar a la concentración letal. La dosificación adecuada depende de varios factores, a saber:

- El grano a fumigar. Los diferentes tipos de grano son capaces de adsorber diferentes porcentajes de fosfina que, en consecuencia, no queda disponible para eliminar los insectos. En general, las oleaginosas y los granos con cáscara adsorben un porcentaje mayor de fosfina que los cereales y por lo tanto requieren dosificaciones mayores. En el caso particular de girasol se recomienda utilizar una dosis de al menos 4 pastillas por t, debido a la alta capacidad sortiva de la cáscara.
- Las condiciones ambientales: humedad y temperatura. A menor contenido de humedad de los granos y a menor temperatura, se requerirá una dosificación de fosfuro metálico mayor, porque la liberación del gas será más lenta. No se debe fumigar si la temperatura del granel es menor a 5ºC y/o la humedad del grano es superior a 15% o inferior al 9%.
- La hermeticidad del recinto. A mayor hermeticidad del recinto, se requieren menores dosificaciones de fosfuro metálico pues la fosfina quedará atrapada en el interior por largos períodos. Si el recinto no es hermético, no se puede compensar dicha falla con una mayor dosificación de fosfuro; en ese caso, el recinto no se debe fumigar.
- El grado de infestación de la mercadería. Infestaciones severas requerirán una dosificación mayor que las infestaciones leves.

La dosificación de fosfuro metálico que figura en los marbetes para granos almacenados en silos y celdas está en un rango entre 3 y 6 pastillas de 3 gramos por tonelada de grano. Como se ha dicho, en condiciones más favorables (recintos muy herméticos, granos de baja adsorción, adecuada humedad y temperatura del grano, infestación leve) utilizar las dosis más bajas del rango. En condiciones más adversas, es posible utilizar las dosis mayores del rango, siempre respetando el máximo permitido.

Medir la concentración de fosfina dentro del depósito es la única forma de saber si se ha alcanzado la concentración letal por el tiempo suficiente (200 ppm por cinco días) y, por lo tanto, si la fumigación resultará efectivamente en el control de la infestación. En otras palabras, dosificar según la recomendación del marbete es fundamental para un tratamiento exitoso pero no garantiza el control de la infestación. Si no se mide, no se sabe.

Para mayores detalles sobre control de plaga consulta el manual de Buenas Prácticas en la Poscosecha (Abadía & Bartosik 2013).

7 Almacenamiento en silobolsa

En líneas muy generales, el éxito del almacenamiento en bolsas plásticas radica fundamentalmente en dos factores: embolsar grano seco y mantener la integridad física de la bolsa durante todo el almacenamiento. La baja humedad evitará el desarrollo de hongos y el deterioro de calidad asociado a los mismos. La integridad física de la bolsa, por su parte, evitará la entrada de agua (evitando el humedecimiento del grano) y, al mismo tiempo, de insectos. De esta forma, si el grano se embolsa libre de infestación, será posible preservarlo en dicha condición durante todo el almacenamiento sin necesidad de aplicar insecticidas.

Si bien en la actualidad Argentina es líder en el desarrollo y uso de esta tecnología, se suelen cometer errores en su implementación que ponen en riesgo la calidad de la mercadería almacenada. Se destacan por su frecuencia la aparición de bolsas armadas en zonas anegables o sobre rastrojos, bolsas mal cerradas, flojas, rotas y conteniendo grano excesivamente húmedo.

Aunque algunas problemáticas son comunes a las observadas en los sistemas tradicionales de almacenamiento, muchas son específicas de la bolsa plástica. A continuación se ofrecen algunas recomendaciones para obtener la máxima calidad e inocuidad del grano almacenado en bolsas plásticas.

7.1 Elección del terreno y planificación de la ubicación de las bolsas

El armado de bolsas plásticas requiere planificación y el primer aspecto a tener en cuenta es el lugar de emplazamiento. Lo óptimo es destinar un sector permanente en donde se emplazarán las bolsas durante las sucesivas campañas. La posibilidad de utilizar un solo lugar simplificará el monitoreo y cuidados posteriores, como ser mantenerlo libre de malezas y la implementación de un cerco eléctrico para evitar el daño que ocasionan animales.

Adicionalmente, se deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

● El terreno donde se ubicarán las bolsas plásticas debe ser elevado y con una leve pendiente para evitar anegamientos, ya que cualquier rotura o un mal cierre implica- ría la entrada de agua y la posterior pérdida de calidad (Fig.14.2). Además, si el sitio es anegable no se podrá ac- ceder a extraer la mercadería. El lugar seleccionado también deberá estar alejado de árboles y cortinas forestales, para disminuir el riesgo de roturas por caída de ramas.

Figura 14.2. Bolsa emplazada en terreno anegable.
Fuente: INTA

● El terreno donde se ubicarán las bolsas debe estar limpio, sin malezas ni rastrojos que puedan perforar el plástico en la base (Fig. 14.3, Der. arriba). Por lo tanto, si fuera necesario se debe realizar una pasada de algún implemento tipo pala o rabasto (Fig. 14.3 Izq.). Esta práctica además permite darle una leve pendiente al terreno para evitar anegamientos y mejora notable- mente la capacidad de frenado de la embolsadora, re- sultando en una bolsa más pareja (Fig. 14.3 Der. abajo). No es necesario remover el suelo con una herramienta de labranza pesada; esto provocaría una pérdida de adherencia de la máquina embolsadora, que redundaría en problemas para lograr un correcto llenado de la bolsa.

Figura 14.3. Emplazamiento de bolsas en terrenos con rastrojos. Sup.: bolsa emplazada sobre rastrojo sin alisar. Inf. Izq: pala para alisado del terreno. Inf. Der.: bolsa emplazada sobre terreno alisado.

● En terrenos con pendientes pronunciadas debe trabajarse en contra de la misma en sentido ascendente, para que el llenado se realice de manera controlada y homogénea. Esta práctica debe estar acompañada con todos los recaudos posibles para que el final de la bolsa quede cerrado herméticamente. Si esto no ocurre, es posible que en algún momento del almacenaje se produzca la entrada de agua a la bolsa, que al tener la pendiente a favor, puede circular por el fondo de la misma. La orientación de la bolsa debe ser en lo posible Norte-Sur, para que reciba a lo largo del día la misma cantidad de radiación en ambos laterales, disminuyendo así los riesgos de migración de humedad en aquellos casos donde se almacenó grano húmedo.

● Si en un mismo playón se planea ubicar varias bolsas, es recomendable disponer las bolsas de a 2, o a lo sumo agrupadas de a 4 (Fig. 14.4). Entre las bolsas de cada grupo debe existir el espacio suficiente para que un operario pueda acceder a cualquier bolsa para inspeccionar su integridad física. Entre grupos de bolsas deberá existir la distancia mínima para que pueda ubicar- se la tolva o camión durante la extracción del grano (en la periferia del grupo). Esto permitirá establecer planes de extracción de acuerdo a un sistema de monitoreo y, ante un problema importante de cualquiera de las bolsas, se podrá acceder a la misma sin inconvenientes

Figura 14.4. Fotografía aérea de bolsas plásticas. Nótese el correcto agrupamiento de las bolsas en grupos de 2 o 3 unidades; esta configuración permite la rápida extracción de cualquier bolsa en caso de detectarse deterioros de calidad del grano.

7.2 Confección de la bolsa

En la etapa de la confección de la bolsa se deben extremar todos los recaudos para lograr un correcto llenado y partir de una adecuada hermeticidad inicial. Esto permitirá reducir la incidencia de insectos (y por ende la necesidad de aplicación de insecticidas) y el riesgo de desarrollo de hongos y micotoxinas, manteniéndose así la calidad e inocuidad del grano con mínimas alteraciones. Para lograr lo antedicho:

● Sellar perfectamente los extremos de la bolsa para evitar la entrada de aire, agua e insectos. Para ello recomienda el uso del termosellado (Fig. 14.5 Der.) o en su defecto, el uso de tablas (Fig. 14.5 Izq.).

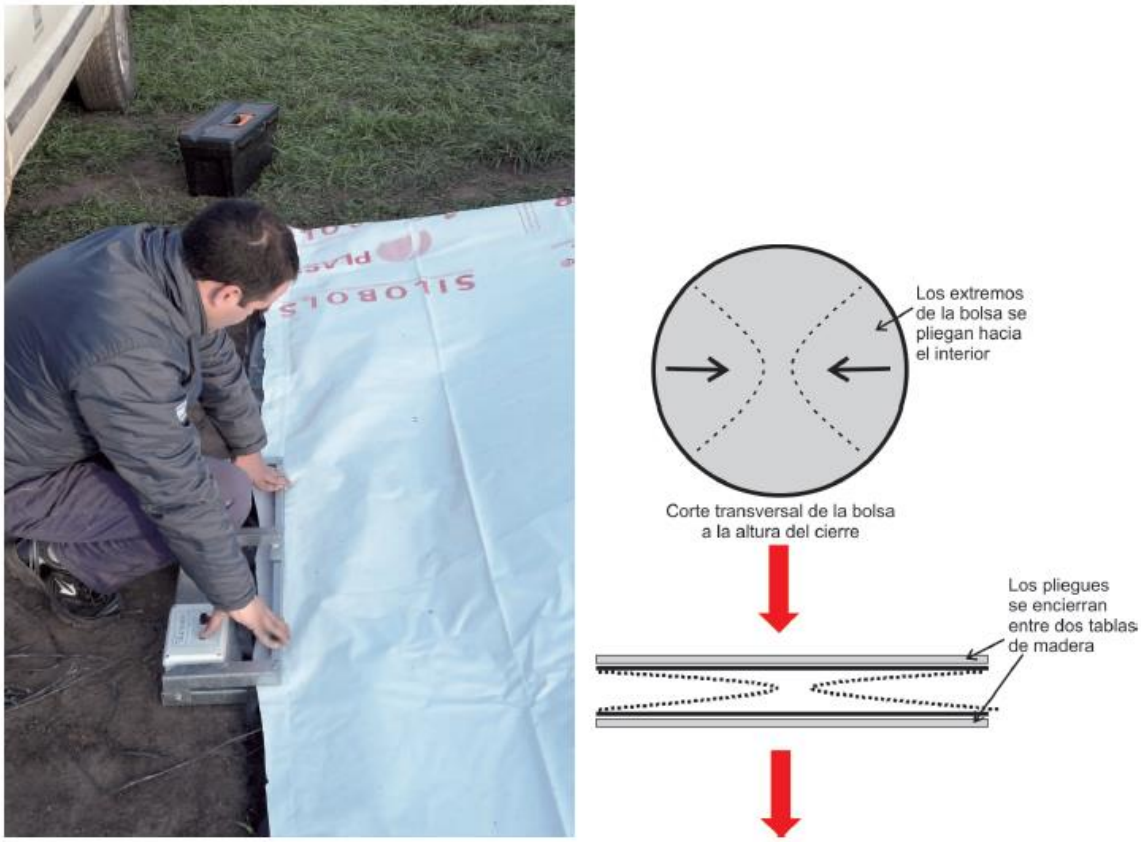

Figura 14.5. Métodos recomendados para el cierre de la bolsa. Izq: fotografía del procedimiento de termosellado, mediante máquina termoselladora. Der: esquema del cierre por tablas.

Fuente: INTA

● Levantar la máquina embolsadora (dependiendo de la máquina, entre 15 a 30 cm del suelo) y luego efectuar el llenado estirando la bolsa tanto como la regla de estiramiento del fabricante lo permita, para eliminar la mayor cantidad de aire de su interior.

● Extremar los recaudos para lograr una bolsa bien pareja, no dejar baches (depresiones) en la parte superior, por su propensión a la condensación de humedad, sobre todo si se almacenan granos húmedos (Fig. 14.6). Para esto se requiere el correcto funcionamiento de los frenos de la embolsadora, un terreno firme y parejo y que los pliegues de la bolsa estén bien sujetos.

Figura 14.6. Depresión en la superficie de la bolsa.
Fuente: INTA

● Antes de embolsar cada partida de granos que proviene del campo, es imprescindible determinar los parámetros más importantes por cada tolva, tal como humedad, materias extrañas, etc., y registrar esa información. Estos datos permitirán asignar diferentes niveles de riesgo de deterioro entre bolsas e incluso delimitar sectores dentro de la misma bolsa y, por lo tanto, orientarán el criterio del monitoreo.

7.3 Monitoreo de la calidad del grano almacenado

Una vez confeccionada correctamente la bolsa, es importante realizar un monitoreo sistemático del sistema de almacenamiento para prevenir, diagnosticar y solucionar problemas antes que se afecte la calidad del grano almacenado. Como se detallará a continuación, el tiempo que puede almacenarse un determinado grano de forma segura depende de múltiples factores (como humedad, calidad inicial, temperatura ambiente, hermeticidad del sistema de almacenamiento) y, por lo tanto, en la medida que el almacenamiento se aparte de las condiciones óptimas, mayor deberá ser la frecuencia de muestreo para detectar cuanto antes el deterioro de calidad.

El monitoreo del sistema de almacenamiento puede dividirse en dos aspectos complementarios: de la integridad física de la bolsa y de la calidad del grano almacenado. El monitoreo de la integridad física de la bolsa es fundamental ya que durante el almacenaje es común que se produzcan roturas del plástico de la bolsa por diferentes causas (clima, animales, descuidos en la confección o en el muestreo, entre otros) que comprometen la hermeticidad del sistema (Fig. 14.7 Izq.). El monitoreo periódico permite detectar a tiempo las roturas y sellarlas. Además, es útil determinar causas y frecuencia de roturas para cuantificar el problema y planificar soluciones (ejemplo: colocar cerco eléctrico para animales o cebos en el caso de roedores, Fig. 14.7 Der.).

Figura 14.7. Izq: bolsa con roturas causadas por animales. **Der:** cerco eléctrico para evitar que los animales ataquen la bolsa. El pasto debe estar corto para el correcto funcionamiento del cerco.

Fuente: INTA

Por su parte, el objetivo de monitorear la calidad de los granos es obtener información para tomar mejores decisiones. Aunque visualmente la bolsa no presente ninguna alteración, la calidad del grano puede verse afectada por otros factores de modo que la frecuencia del muestreo de calidad del grano deberá aumentar conjuntamente con el nivel de riesgo. Los de mayor importancia son:

● Humedad del grano: el riesgo de deterioro del grano es alto si la humedad es superior a la tolerancia de recibo (Tabla 14.1). Visto de otro modo, el tiempo de almacenamiento seguro de grano embolsado seco será mayor al del grano embolsado húmedo (Tabla 14.2). La presión de muestreo debe ser mayor en caso de grano húmedo.

Tipo de grano	Bajo*	Bajo-Medio	Medio-Alto
Soja - Maíz - Trigo	Hasta 14%	14-16%	mayor a 16%
Girasol	Hasta 11%	11-14%	Mayor a 14%

* Para semillas de este valor debe ser de 1-2% menor

Tabla 14.2. Riesgo por tiempo de almacenamiento (valores orientativos)

Tipo de grano	Bajo*	Bajo-Medio	Medio-Alto
Soja – Maíz - Trigo 14% Girasol 11%	6 meses	12 meses	18 meses
Soja - Maíz - Trigo 14-16% Girasol 11-16%	2 meses	6 meses	12 meses
Soja - Maíz - Trigo >16% Girasol >16%	1 mes	2 meses	3 meses

* Para semillas de este valor debe ser de 1-2% menor

8 Consideraciones para el diseño de plantas de acopio

Debido a las características de las semillas de girasol de tener un alto ángulo de reposo, el movimiento de la mercadería en la planta por gravedad tiene características diferentes que a los demás granos. Una planta diseñada para manejar girasol debe tener ángulos de cono y caños de bajada más empinados que cuando se diseñan para otros productos (ej: maíz, trigo o soja).

Debido a la menor densidad volumétrica (o peso hectolítrico) del girasol, el rendimiento de los transportes como así también la capacidad de almacenamiento de silos, celdas, silobolsas, etc. se reduce aproximadamente un 40%.

9 Agradecimientos

Este trabajo se pudo realizar gracias a los aportes de los proyectos de INTA PNAIyAV - 1130023 - “Tecnologías de agricultura de precisión para mejorar la eficiencia de la producción agropecuaria” y PNCYO-1127022. Identificación de situaciones de riesgo, impacto en los territorios y medidas de manejo para reducir la contaminación con productos fitosanitarios en grano de cereales y oleaginosas.

10 Referencias

Abadía, B. & Bartosik, R., 2013. *Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos* Primera. E. INTA, ed., Buenos Aires, Argentina.

ASAE, 2013. ANSI/ASAE D241.4 FEB03- Density, Specific Gravity, and Mass-Moisture Relationships of Grain for Storage. , pp.545–548.

ASAE, 2001. ASAE D245.5 JAN01 - Moisture Relationships of Plant-based Agricultural Products. , pp.537–550.

ASAGIR, 2010. *Red de Evaluación de Cultivares Comerciales de Girasol de INTA. Campañas 2008/2009 y 2009/2010. Cuadernillo N° 18.*, Buenos Aires, Argentina.

Lacey, J., Hill, S.T. & Edwards, M.. A., 1980. Micro-organisms in stored grains : their enumeration and significance. *Tropical Stored Products Information*, 39, pp.19–33.

Maciel, G. et al., 2015. Effect of oil content of sunflower seeds on the equilibrium moisture relationship and the safe storage condition. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(2), pp.248–258. Available at: http://www.cigrjournal.org.

MWPS-22, 1980. Low temperature and solar grain drying handbook.

Navarro, S. & Noyes, R.T., 2001. *The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management*, CRC.

Pixton, S.W. & Warburton, S., 1971. Moisture content relative humidity equilibrium, at different temperatures, of some oilseeds of economic importance. *Journal of Stored Products Research*, 7(4), pp.261–269.

SAGyP, 1994. Normas de Calidad, Muestreo y Metodología para los granos y Subproductos - N° 1075/94. , p.195.