Manejo poscosecha de cebada cervecera para preservar la viabilidad: humedad, temperatura, insectos y fumigación

Ing. Agr. (Ph.D.) Ricardo Bartosik

Director de I&D Compañia Ascariscer

www.ascariscer.com - ricardobartosik@ascariscer.com.ar

Resumen. La cebada cervecera debe conservar una capacidad germinativa mínima de 98 % (95 % como tolerancia de recibo) para ser aceptada por la industria maltera, y la viabilidad perdida no se recupera. En la campaña 2026/27 la cosecha en el sur bonaerense ocurre a fines de noviembre y en diciembre, y el grano puede permanecer almacenado entre 2 y 15 meses. Esta nota técnica revisa los factores que determinan la conservación de la viabilidad en almacenamiento convencional y en silo bolsa: humedad de cosecha y secado, temperatura y aireación, insectos y sanidad, protección del grano con spinosad, monitoreo y fumigación con fosfina. En ensayos de laboratorio, a 12 % de humedad y hasta 25 °C la energía germinativa se mantuvo por encima de 95 % durante más de 450 días, mientras que a 16 % y 35 °C el descenso comenzó a los pocos días; humedad y temperatura interactúan de forma multiplicativa. Se presentan criterios de aireación por etapas, un esquema de protección preventiva y un plan de campaña por etapas.

Palabras clave: cebada cervecera; poscosecha; viabilidad; energía germinativa; aireación; spinosad; fosfina; silo bolsa.

1. Introducción

La cebada cervecera es la cebada (*Hordeum vulgare* L.) que se destina a la elaboración de malta, y la maltería es su único uso posible (Bolsa de Comercio de Rosario [BCR], 2025). En la campaña 2025/26 la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (BCBA) estimó la producción total de cebada en 5,4 millones de toneladas (Mt), el valor más alto de su serie, que comienza en 2009/10, con un rendimiento medio nacional de 46,6 qq/ha, 19 % por encima de la campaña anterior y 14 % por encima del promedio de cinco campañas (BCBA, 2026a). La superficie sembrada fue de 1,30 millones de hectáreas y para 2026/27 la misma institución estima 1,27 millones, un 2 % menos, con la siembra ya finalizada (BCBA, 2026b; BCBA, 2026c). Estas cifras corresponden a cebada en conjunto: las estadísticas oficiales consultadas no separan cebada cervecera de forrajera.

La producción se concentra en el sur de la región pampeana. La BCBA indica que en el sur del área agrícola está la mayor parte de la superficie destinada al cultivo (BCBA, 2026c). El 94 % de la cebada comercializada proviene de la provincia de Buenos Aires, con Necochea, Tres Arroyos, Tandil, Coronel Dorrego y Lobería entre los partidos destacados, y Santa Fe y La Pampa aportan 2 % cada una (BCR, 2026). Los puertos de Quequén (36 %) y Bahía Blanca (22 %) concentran la mayor parte del volumen comercializado (BCR, 2026). La cosecha en esta región se hace a fines de noviembre y en diciembre, lo que determina el escenario de almacenamiento que se analiza más adelante.

En los últimos cinco años el 67 % de la producción de cebada se exportó y el 33 % tuvo uso interno; dentro de este último, la maltería representa el 67 % (BCR, 2025). En 2024/25 las exportaciones se

estimaron en 3,4 Mt. Desde 2022 China y Brasil reunieron más del 70 % del volumen exportado de cebada; en 2025, hasta la fecha del informe, Arabia Saudita fue el primer destino, seguida por Brasil, con algo más de 20 % del volumen, y China (BCR, 2025). Para la malta, Brasil recibió más de 80 % del volumen exportado en los últimos cinco años (BCR, 2025). Los informes consultados no desagregan los destinos de la cebada cervecera en grano.

Para el productor y el acopio, el valor de esta cadena depende de un atributo que no se ve en el grano: la viabilidad. La Norma V de comercialización exige como base 98 % de capacidad germinativa y admite 95 % como tolerancia de recibo (Res. SENASA 27/2013, Anexo A). Entre 98 % y 95 % la norma aplica una rebaja y por debajo de 95 % la partida queda fuera de la tolerancia de recibo; además, la viabilidad perdida durante el almacenamiento no se recupera.

Este artículo presenta, para la campaña 2026/27, los factores que determinan la conservación de la viabilidad de la cebada cervecera: humedad y secado, temperatura y aireación, insectos, protección con spinosad, monitoreo y fumigación con fosfina.

2. Viabilidad y requisitos de calidad

La norma argentina de comercialización exige un mínimo de 98 % de capacidad germinativa como base y admite hasta 95 % como tolerancia de recibo, de modo que la viabilidad es el primer parámetro que una partida debe cumplir (SENASA, 2013). La Norma V (Anexo A) define la cebada cervecera como los granos de *Hordeum vulgare* L. destinados a la obtención de malta y fija, entre otros, los valores del Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros de la base de comercialización y de la tolerancia de recibo de la cebada cervecera (Norma V, Anexo A).

Parámetro	Base de comercialización	Tolerancia de recibo
Capacidad germinativa (%)	mínimo 98	mínimo 95
Humedad (%)	máximo 12	máximo 12,5
Materias extrañas (%)	máximo 0,5	máximo 1
Granos dañados (%)	máximo 0,5	máximo 1,5
Granos quebrados y/o pelados (%)	máximo 1,5	máximo 4
Calibre sobre zaranda de 2,5 mm (%)	mínimo 85	mínimo 80
Proteína, sobre sustancia seca (%)	—	9,5 a 13
Insectos y arácnidos vivos	—	libre

Fuente: SENASA (2013), puntos 2 y 3 del Anexo A.

La norma también prevé rebajas: para capacidad germinativa entre 98 % y 95 % se descuenta 0,5 % del precio por cada punto, y la mercadería que excede 12,5 % de humedad paga una merma de manipuleo (SENASA, 2013, punto 6).

Conviene distinguir tres indicadores que suelen confundirse:

- **Capacidad germinativa (viabilidad):** porcentaje de granos vivos, determinado por tetrazolio. Es el requisito oficial de comercialización y permite decidir rápido si se acepta un camión.
- **Energía germinativa:** velocidad y uniformidad de germinación en condiciones controladas. En la tesis se determinó según la European Brewery Convention, con 100 granos en placas de Petri a 20 °C y recuento a las 72 horas. Es el indicador con que la industria decide si un lote puede seguir almacenado, debe procesarse o debe descartarse.
- **Poder germinativo:** capacidad de formar plántulas normales en condiciones óptimas de laboratorio. Interesa sobre todo a productores y semilleros y es poco relevante para la maltería.

Durante el almacenamiento, la energía germinativa se pierde primero, luego el poder germinativo y, al final, el grano pierde su viabilidad y muere (Rajjou y Debeaujon, 2008). Por eso un lote puede cumplir la base de 98 % de capacidad germinativa y, aun así, estar perdiendo aptitud maltera. Tres procesos pueden reducir la viabilidad: la actividad biológica de hongos e insectos, el daño durante el secado y el envejecimiento propio de la semilla. La pérdida es acumulativa e irreversible, por lo que el manejo debe orientarse a comenzar el almacenamiento en las mejores condiciones posibles.

3. Cosecha, humedad y secado

La humedad de recibo es 12 % (tolerancia 12,5 %) y es también el objetivo de almacenamiento; cuando la cebada llega más húmeda, el secado pasa a ser el punto donde más rápido puede perderse la viabilidad. En la maltería, un bajo poder germinativo se asocia con errores de manejo, como el secado artificial con temperaturas altas o tiempos excesivos, o un almacenamiento deficiente (Massigoge et al., 2010).

Escenario 2026/27. La cebada se cosecha a fines de noviembre y en diciembre en el sudeste y el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y se almacena de 2 a 15 meses. El pronóstico climático trimestral del Servicio Meteorológico Nacional para octubre a diciembre de 2026, elaborado el 30 de septiembre, asigna al centro-este de Buenos Aires precipitaciones normales o superiores a lo normal y temperaturas normales o inferiores a lo normal, y al oeste de Buenos Aires y La Pampa, precipitaciones superiores y temperaturas inferiores a lo normal (SMN, 2026). En ese contexto aumenta la probabilidad de cosechar cebada con más de 12 % de humedad y de tener que secar una parte de la producción.

Temperatura de secado. Las fuentes técnicas coinciden en limitar la temperatura durante el secado de cebada para malteo o semilla, aunque con valores algo distintos según se refieran al grano o al aire:

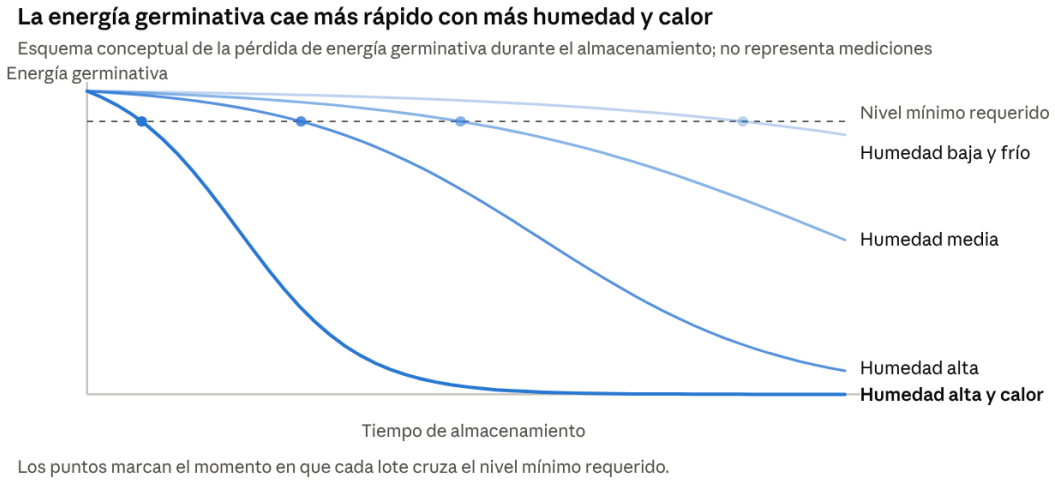
- Temperatura del grano: no superar 38 °C en cebada para malteo o semilla y 43 °C en cebada de uso alimentario, por el riesgo de matar el embrión (Northern Periphery and Arctic Programme, 2018; Canadian Grain Commission, 2004).
- Temperatura del aire: limitar la temperatura del plenum de una secadora de alta temperatura a 43 °C para conservar la germinación (Hellevang, 2019). Un compendio publicado en 2022 indica 49 °C como máximo recomendado para el aire de secado de cebada maltera y 43 °C para grano destinado a semilla (Sadaka y Jayas, 2022).

Como la cebada cervecera se destina a germinar, aquí se adopta un criterio operativo conservador: que el grano no supere unos 40 °C en ninguna parte del proceso y que el aire de secado no pase de 40 a 42 °C. Antes de secar conviene consultar al fabricante de la secadora sobre cómo regularla para no sobrepasar la temperatura crítica en la semilla y preservar su calidad (la relación entre temperatura del aire de secado y temperatura de la semilla depende del diseño de la secadora y parámetros operacionales). El manual del INTA recomienda controlar la temperatura del aire de secado con sensores en la cámara y la del grano en el punto donde se prevé que alcance su valor máximo (Abadía y Bartosik, 2013).

Costo y planificación. Secar a temperaturas más bajas reduce considerablemente el rendimiento horario de la secadora, y secar más rápido no es secar mejor: se paga en viabilidad. Conviene disponer de silos pulmón para recibir la mercadería húmeda sin apurar la secadora y, de ser posible, escalonar la llegada de los lotes con alta humedad desde el campo. La aireación puede mantener grano húmedo por un período breve a la espera del secado, pero solo es practicable cuando el aire ambiente está frío en la época de cosecha (Abadía y Bartosik, 2013); con cosecha en diciembre, ese margen es corto. Por otra parte, el caudal de aire requerido para mantener el grano húmedo es sustancialmente mayor (aireación reforzada, de 0.3 m3/min/t) que la aireación típica de mantenimiento.

4. Envejecimiento: efecto combinado de la humedad y la temperatura

La Figura 1 muestra, de forma esquemática, cómo cae la energía germinativa durante el almacenamiento y cómo la humedad y la temperatura modifican esa caída.



Esquema conceptual de la caída de la energía germinativa en el tiempo

Figura 1. Esquema conceptual de la pérdida de energía germinativa durante el almacenamiento según la humedad y la temperatura (sin valores medidos).

Con 12 % de humedad y 15 o 25 °C, la energía germinativa se mantuvo por encima de 95 % durante más de 450 días; con 16 % y 25 °C ese nivel se alcanzó en 110 días (Taher, 2024). La humedad y la temperatura no actúan por separado: el efecto de una se multiplica con el de la otra.

Efecto de la humedad. A 25 °C, el t95 fue mayor que 450 días con 12 % de humedad, de 227 días con 14 % y de 110 días con 16 % (Taher, 2024). Cada punto por encima de 12 % acorta el tiempo de almacenamiento seguro.

Efecto de la temperatura. Estar seco no alcanza si el grano está caliente. Con 12 % de humedad, el t95 (días en que la energía cae hasta 95%) fue de 94 días a 35 °C. Con 16 %, fue de 226 días a 15 °C, de 110 días a 25 °C y de 15 días a 35 °C; en esta última condición la energía germinativa llegaba a 80 % en 20 días (Taher, 2024). La Figura 2 resume el t95 de las condiciones evaluadas.

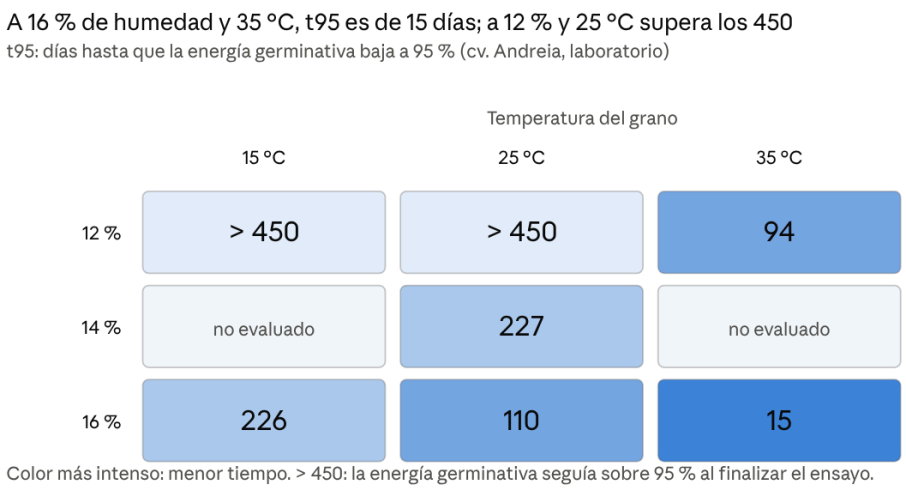


Figura 2. Tiempo hasta 95 % de energía germinativa (t95) según humedad y temperatura. A 14 % solo se evaluó 25 °C (Taher, 2024).

Interacción. La respiración de los granos, medida en frascos herméticos, permite ver el efecto multiplicativo. Al pasar de 14 % y 15 °C a 16 % y 25 °C, la tasa de respiración aumentó 101 veces, de 0,1567 a 15,9155 mg CO_2/(kg MS · día) (Taher et al., 2023). Un aumento de temperatura de 5 a 15 °C multiplicó en promedio la respiración por 6,6; de 15 a 25 °C, por 8,9, y de 25 a 35 °C, por 3,1. Un aumento de humedad de 12 a 14 % la multiplicó por 6,8, y de 14 a 16 %, por 10 (Taher et al., 2023).

La explicación se apoya en la actividad de agua (a_v). Por debajo de 0,7 la respiración de las semillas es prácticamente insignificante, y por encima de ese umbral los microorganismos se activan (Taher et al., 2023). En las condiciones evaluadas, la a_v estimada fue de 0,44 con 12 % y 5 °C, y de 0,77 con 16 % y 35 °C (Taher et al., 2023). Con 12 % la actividad microbiana es casi nula y la pérdida de energía germinativa se debe sobre todo al envejecimiento, que se acelera con la temperatura. Con humedades mayores se suman la respiración y el crecimiento de hongos.

Variabilidad entre lotes. El cultivar Danielle, almacenado a 12 % y 25 °C, alcanzó un t95 de 180 días, frente a más de 450 días de Andreia. A 16 %, el t95 de la misma variedad en la zona de América fue de 73 días, frente a 110 días en Tres Arroyos (Taher, 2024). Las pautas generales deben ajustarse al cultivar y al origen de cada lote.

A partir de estos resultados, se recomienda almacenar cebada cervecera con 12 a 13 % de humedad y 15 a 25 °C (Taher, 2024). Jacobsen y Fleurat-Lessard (2002) identificaron la temperatura y el contenido de

humedad como los factores principales que afectan la capacidad germinativa de la cebada maltera, y ajustaron un modelo de respiración en función de ambas variables (10 a 39 °C y 15 a 25 % de humedad, expresada como actividad de agua), con coeficientes de correlación de 0,982 para el consumo de O_2 y 0,974 para la producción de CO_2. Dos aspectos adicionales matizan la interpretación de la germinación medida. Primero, la cebada recién cosechada puede presentar dormición, que retrasa la germinación y se supera con el almacenamiento (Woonton et al., 2005a, 2005b); una germinación baja en un lote recién cosechado no equivale entonces a pérdida de viabilidad, y por eso la capacidad germinativa (tetrazolio) se distingue del poder y de la energía germinativa (sección 2). Segundo, la evolución de la germinación durante el almacenamiento depende de la variedad: en dos variedades de Zimbabue almacenadas 12 meses, el índice de germinación de una aumentó de 8,67 a 9,18 y el de la otra disminuyó de 9,35 a 6,71 (Mwazha et al., 2022).

5. Temperatura y aireación

La temperatura del granel actúa por dos vías sobre la viabilidad. Por un lado, regula la velocidad de pérdida de energía germinativa a un contenido de humedad dado (Taher, 2024; Taher et al., 2023). Por otro, define el riesgo de desarrollo de insectos (Abadía y Bartosik, 2013).

5.1. Temperatura y velocidad de pérdida de viabilidad

Los tiempos de pérdida de energía germinativa de Taher (2024) muestran que, a 12 % de humedad, el efecto de la temperatura es marcado. A 15 °C y 25 °C, en el lote evaluado, la energía germinativa se mantuvo por encima de 95 % durante más de 450 días. A 35 °C, en cambio, el tiempo para descender a 98 % fue de 49 días y a 95 %, de 94 días. A 16 % de humedad la diferencia entre 25 °C y 35 °C es todavía mayor: 22 y 10 días, respectivamente, hasta caer por debajo de 98 % (Taher, 2024). Esto llevó a la interpretación de que la humedad y la temperatura actúan de forma multiplicativa, no aditiva, tal como se observó para la respiración (Taher et al., 2023).

De esos resultados se derivan dos pautas para el almacenamiento de cebada cervecera: mantener la cebada entre 12 y 13 % de humedad y a 15–25 °C. Con aireación adecuada que mantenga el grano entre 20 y 25 °C, el grano a 12 % o menos conserva la viabilidad durante unos 450 días, y a 14 % la tolera cerca de 180 días. En regiones donde el grano permanece por encima de 25 °C, como el área de Rosario, el margen se acorta y a 30–35 °C la energía germinativa puede bajar de 95 % en alrededor de 90 días incluso con 12 % de humedad (Taher, 2024).

5.2. Temperatura y riesgo de insectos

El manual del INTA adopta tres zonas de riesgo de desarrollo de insectos según la temperatura del granel (Fields, 1992; Abadía y Bartosik, 2013): por encima de 25 °C el riesgo es elevado, entre 17 y 25 °C es moderado y por debajo de 17 °C es bajo. El fundamento es que la mayoría de los insectos de granos almacenados son de origen tropical o subtropical y no se desarrollan adecuadamente por debajo de 17 °C. Esto no equivale a una mortalidad: a esa temperatura el desarrollo y la reproducción se enlentecen, pero los insectos no mueren (Abadía y Bartosik, 2013). El mismo manual advierte que la aireación no es un método de control totalmente efectivo, porque algunas especies toleran el frío: los gorgojos permanecen activos a 15 °C y los ácaros a 5 °C. Como beneficio adicional, por debajo de 15 °C se afecta también el desarrollo de los hongos. La Figura 3 resume estas zonas térmicas sobre la escala de temperatura del granel.

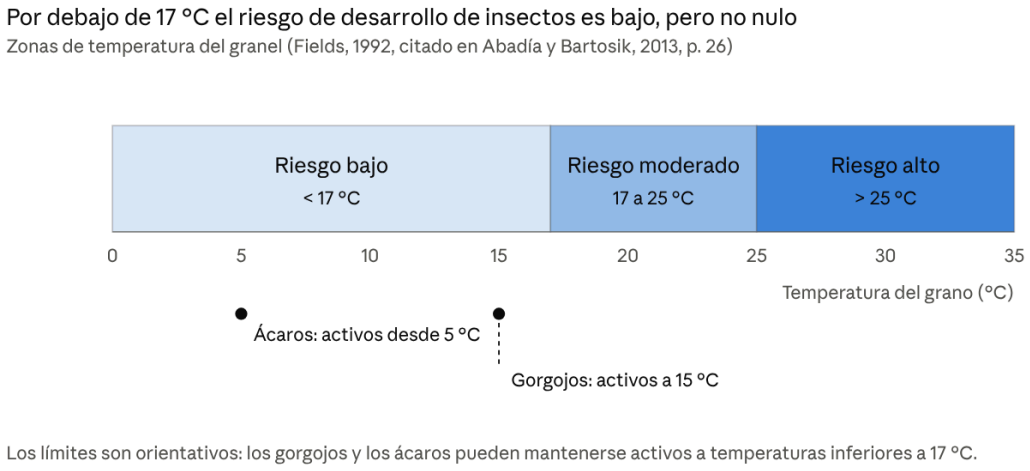


Figura 3. Zonas térmicas de riesgo de desarrollo de insectos (Fields, 1992).

5.3. Aireación para enfriar grano seco

Una vez llenado el silo, el enfriado por aireación es la medida preventiva de mayor importancia contra los insectos (Abadía y Bartosik, 2013). Conviene distinguir dos usos de la aireación: enfriar grano seco y mantener grano húmedo por un período breve. Para cebada con humedad de recibo, el primer uso es el relevante.

Caudal y duración del ciclo. Con un caudal específico de 0,1 m³/min por tonelada, un ciclo de aireación se completa con aproximadamente 165 horas de funcionamiento del ventilador; el tiempo es menor cuanto mayor es el caudal (Abadía y Bartosik, 2013). El ciclo se completa cuando el frente de enfriado recorre el silo de un extremo al otro.

Aireación por etapas. Se recomienda enfriar por ciclos sucesivos con temperaturas límite cada vez más bajas (acompañando a la temperatura promedio del mes de la localidad), y no ventilar durante todo el año con una única temperatura límite baja, porque el granel tardaría demasiado en enfriarse y permanecería expuesto a insectos (en verano se corre el riesgo de que no haya suficientes horas fías para encender el ventilador).

Elección de la temperatura límite. Una temperatura límite demasiado baja hace que el ventilador funcione solo de manera esporádica y que el enfriado se prolongue. Una demasiado alta lo hace funcionar muchas horas sin cambiar de forma relevante la temperatura del granel. Se recomienda partir de un límite más permisivo y bajarlo en los ciclos siguientes.

Cuando no se alcanza 17 °C. En regiones donde el clima no permite enfriar por debajo de 17 °C, se debe enfriar todo lo posible, porque siempre será mejor enfriar algo que no enfriar. Además, en dichas condiciones (ej climas cálidos del centro-norte del país), la refrigeración artificial es una excelente alternativa.

5.4. Aplicación a la campaña 2026/27

Los ciclos de aireación pueden ordenarse por estación: en verano, enfriar hasta temperaturas del orden de 25 °C; en otoño, hasta cerca de 15 °C; y en primavera, mantener el grano por debajo de 17 °C. La Figura 4 muestra esa secuencia. Con 0,1 m³/min por tonelada, cada ciclo requiere alrededor de 165 horas de ventilador (Abadía y Bartosik, 2013), de modo que conviene programar el arranque de la aireación con anticipación y no cuando ya se detecta un aumento de temperatura.

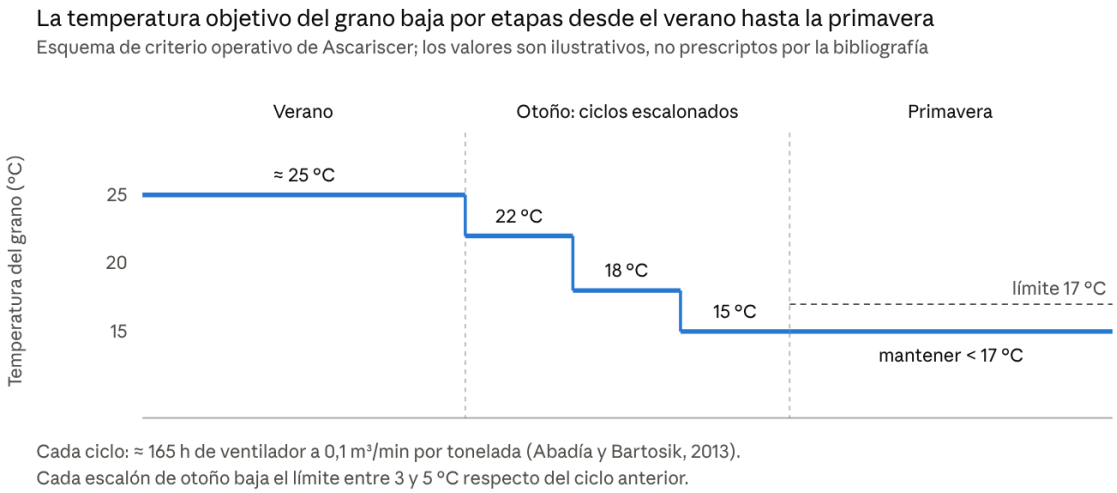


Figura 4. Ciclos de aireación por estación para cebada almacenada (criterio operativo; basado en Abadía y Bartosik, 2013).

6. Insectos y sanidad del grano almacenado

Para la cebada cervecera la presencia de insectos tiene un doble efecto. Por un lado, la Norma V exige que la mercadería esté libre de insectos vivos, de modo que una infestación afecta la aptitud comercial del lote (Res. SENASA 27/2013, Anexo A). Por otro, el insecto que ataca el germen o el grano dañado compromete directamente la capacidad germinativa, que es el parámetro que define el destino malteable.

6.1. Origen de la infestación y tipos de plagas

Las plagas de granos almacenados se clasifican en dos grupos según su capacidad de atacar el grano entero (Abadía y Bartosik, 2013):

- **Plagas de infestación interna o primaria.** Atacan el grano entero y sano, ya sea en el cultivo en pie o en almacenamiento, y completan la mayor parte de su ciclo dentro del grano; el adulto emerge dejando el grano picado (*Sitophilus spp.*). Las más frecuentes en Argentina son la palomita de los cereales, el taladrillo de los granos (*Rhyzopertha dominica*), los gorgojos (*Sitophilus* spp.) y los bruchos de arveja y poroto. Entre ellas, la palomita, el taladrillo y los gorgojos tienen a la cebada entre sus granos hospedantes.
- **Plagas de infestación externa o secundaria.** No pueden atacar grano entero y sano; se alimentan de grano roto o previamente atacado y completan su ciclo fuera del grano . Incluyen las polillas

de la fruta seca y de la harina, los tribolios, las carcomas dentada y achatada de los granos y los ácaros, entre otras.

La distinción tiene consecuencias prácticas. Un lote con grano entero, limpio y sin quebrados ofrece poco sustrato a las plagas secundarias, mientras que uno con alta proporción de material fino y grano quebrado favorece su desarrollo. El manual señala que el material fino es el alimento preferido por los insectos, por ser más fácilmente atacable que el grano entero, y que además dificulta el paso del aire durante la aireación y retrasa el enfriado. Para la cebada, los límites de la Norma V para materias extrañas (0,5 % de base y 1 % de tolerancia) y para granos quebrados o pelados (1,5 % y 4 %) actúan por lo tanto también como criterio sanitario (Res. SENASA 27/2013, Anexo A).

6.2. Prevención antes del ingreso del grano

La limpieza es la principal medida preventiva antes del llenado de los recintos, y se recomienda realizarla entre dos y tres semanas antes de la llegada del grano (Abadía y Bartosik, 2013). Las tareas incluyen:

- limpiar la cosechadora y los camiones
- limpiar tolvas, sinfines, transportes a cadenas y cintas;
- limpiar silos y celdas vacíos (paredes, techos y vigas), los ventiladores y ductos de aireación, el espacio bajo el piso perforado, los pozos de noria y los desagües;
- retirar los restos de grano del entorno del silo y mantener esa zona libre de vegetación, que actúa como refugio de insectos y roedores;
- colocar mallas de trama fina en las bocas de los ventiladores y tapar estos cuando no funcionan;
- evitar cargar grano recién cosechado sobre grano viejo, que puede ser fuente de infestación; si no es posible, fumigar el grano viejo y verificar que el silo esté libre de insectos antes de la nueva carga.

Cuando se prevé una guarda prolongada, la limpieza debe complementarse con la aplicación de un insecticida residual sobre las instalaciones. Se puede colocar trampas para insectos dentro y fuera de los recintos para verificar la efectividad del tratamiento.

6.3. Prevención durante el llenado y después

Durante el llenado, se recomienda limpiar el grano antes de cargarlo para reducir el material fino (materias extrañas). Si se planea una guarda larga, debe aplicarse insecticidas protectores sobre la mercadería, con tres recaudos asociados al modo de degradación de los principios activos:

- el poder residual disminuye al aumentar la temperatura, por lo que el producto rinde más en grano frío;
- no deben aplicarse antes del secado en secadora de alta temperatura, porque el calor volatiliza el principio activo;
- deben aplicarse sobre grano seco (humedad de recibo o inferior), pues sobre grano húmedo se degradan rápidamente.

Estos recaudos explican la secuencia operativa que se desarrolla en la sección 7: secar primero, enfriar a la salida de la secadora y aplicar el protector sobre grano seco y frío. Una vez que el grano está en el silo,

el enfriado por aireación es la medida de prevención más importante, con las limitaciones descriptas en la sección 5.2.

6.4. Qué aporta cada medida

Las medidas anteriores actúan en etapas distintas y no son sustitutas entre sí. La limpieza de instalaciones reduce el inóculo inicial. La limpieza del grano elimina el sustrato de las plagas secundarias y mejora la aireación. El secado y el enfriado limitan el desarrollo de las que logren ingresar. El protector de grano actúa sobre los insectos que se alimentan o caminan por el granel y el monitoreo detecta a tiempo lo que las medidas anteriores no evitaron. En la cebada cervecera esta secuencia es especialmente exigente porque el destino malteable no admite correcciones tardías: un lote con germinación reducida no se recupera.

7. Protección del grano con BioCarrier (spinosad)

7.1. Contexto regulatorio

La elección de insecticidas para cebada cervecera está condicionada por dos tipos de restricción: las normas nacionales de uso y los límites máximos de residuos (LMR) de los mercados de destino. En el primer plano, el SENASA prohibió el uso de diclorvos (DDVP) en todas las etapas de la cadena granaria, incluidas las instalaciones de almacenamiento, mediante la Resolución 149/2018, cuya prohibición efectiva rige desde el 5 de noviembre de 2018 (SENASA, 2018). En el segundo plano, la Resolución 49/2025 del SENASA ofrece un ejemplo reciente: se prohibió el uso poscosecha de malatión en maíz almacenado porque se detectaron residuos en terceros países y, aunque los valores cumplían los LMR de Argentina, Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea, superaban el LMR del Codex Alimentarius (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA], 2025c). La lección para la cebada es que el cumplimiento del LMR local no garantiza la aceptación en todos los destinos.

A ello se suma una limitación biológica: el taladrillo de los granos (*Rhyzopertha dominica*), una de las plagas primarias de la cebada, es resistente a los organofosforados (Abadía y Bartosik, 2013). En la práctica comercial de la cebada cervecera, además, algunos principios activos de uso corriente en otros granos usualmente no son aceptados por los compradores de malta, como ocurre con la deltametrina y el pirimifos metil.

7.2. Qué es BioCarrier y cómo se usa

BioCarrier es un insecticida biológico a base de spinosad al 2 % desarrollado por Ascariscer para granos almacenados. Tiene dos presentaciones inscriptas en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal del SENASA como productos BIO: el cebo (N.º 42.094 BIO, 17 de junio de 2025) y el líquido (N.º 42.731 BIO, 28 de julio de 2026) (Cuadro 2; SENASA, 2025a; SENASA, 2026a). El SENASA aprobó ambas para su uso en producción orgánica, conforme a la Resolución 374/16 y a los criterios del Codex Alimentarius: el cebo el 11 de julio de 2025 y el líquido el 20 de agosto de 2026 (SENASA, 2025b; SENASA, 2026b).

Cuadro 2. Presentaciones de BioCarrier y dosis.

Presentación	Registro SENASA	Dosis según folleto	Dosis de aplicación equivalente
Cebo granulado	42.094 BIO	75 g/t	1,5 ppm de principio activo
Líquido	42.731 BIO	75 cc/t	1,5 ppm de principio activo

Nota: el valor de 1,5 ppm es la dosis de aplicación calculada con spinosad al 2 %. Fuente: documentación del producto (Ascariscer, 2026).

El uso se organiza en dos momentos, en línea con los recaudos descriptos para los protectores de grano (Abadía y Bartosik, 2013):

1. **Instalaciones.** Aplicación sobre las superficies del silo o la celda vacíos, luego de la limpieza y antes del llenado.
2. **Grano.** Aplicación durante el llenado, sobre grano seco (humedad de recibo o inferior), que debe haber pasado ya por el secado. Como el poder residual de este tipo de productos disminuye al aumentar la temperatura, el grano frío prolonga la protección.

Este esquema se aplica a la cebada que va a permanecer almacenada entre 2 y 15 meses. Aplicado cumpliendo con las Buenas Prácticas Agrícolas, sobre grano entero y limpio, a la dosis recomendada y en condiciones adecuadas de humedad y temperatura, BioCarrier brinda una protección de 6-9 meses libre de insectos; y puede utilizarse inclusive en granos orgánicos (Ascariscer, 2026). Como la cebada puede permanecer almacenada hasta 15 meses, el monitoreo del grano debe indicar si hace falta una nueva intervención una vez transcurrido el período de protección establecido.

7.3. Seguridad para la germinación: ensayo de fitotoxicidad

Un requisito particular de la cebada cervecera es que el tratamiento no afecte la germinación. El INTA realizó un ensayo de fitotoxicidad con BioCarrier líquido a 4 ppm, cerca de 2,7 veces la dosis del folleto, y a los 5 días no se observaron diferencias entre el grano tratado y el testigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados preliminares a los 5 días del ensayo INTA de fitotoxicidad.

Variable	Testigo	BioCarrier líquido, 4 ppm
Poder germinativo (%)	98,4	98,3
Energía germinativa (%)	97,2	97,3
Peso seco de plántulas (mg)	11,5	11,8

Fuente: Abadía et al. (2026), informe de fitotoxicidad T0.

7.4. Límites máximos de residuos

Los LMR de spinosad en cebada difieren entre países y respecto del Codex (Cuadro 4), de modo que la decisión de usar un protector debe tomarse con el destino del lote definido. En Argentina el LMR es de 1,5 mg/kg en cebada grano; el Codex Alimentarius establece 1 mg/kg para el grupo de los cereales, la Unión Europea 2 mg/kg, y Estados Unidos y Canadá 1,5 mg/kg (Ascariscer, 2026). Los valores deben

verificarse contra las bases oficiales a la fecha de la aplicación y con el comprador del lote. La dosis de aplicación del Cuadro 2 es un dato teórico y no equivale a un residuo medido. Usualmente, el nivel de residuo resulta menor debido a la eficiencia de la aplicación, micro derivas, y degradación del producto en el tiempo.

Cuadro 4. Límites máximos de residuos (LMR) de spinosad aplicables a la cebada, por país (mg/kg).

Jurisdicción	LMR (mg/kg)	Forma de establecimiento
Argentina	1,5	Cebada, grano
Codex Alimentarius	1	Grupo cereales (GC 0080)
Unión Europea	2	Cereales; cebada, código 0500010
Estados Unidos	1,5	Grupo 15, cereales en grano
Canadá	1,5	Cebada
Australia	1	Cereales
Japón	2	Cebada
Corea	1	Cebada
Sudáfrica	0,5	Cebada
Suiza	2	Cereales

Fuente: Ascariscer (2026), que recopila los valores de diferentes organismos de control, del Codex Alimentarius, de la Unión Europea y de la normativa de Estados Unidos (40 CFR §180.495).

Otro aspecto a considerar con los insecticidas es su comportamiento durante el procesamiento del grano: si el residuo se diluye o se concentra en los productos y subproductos. En el estudio de procesamiento evaluado por la EFSA, realizado con cebada tratada en poscosecha con 0,99 g/t de ingrediente activo, no se observó concentración del residuo. Los factores de procesamiento fueron 0,52 en la malta, 0,38 en los brotes de malta, 0,06 en la cebada perlada y menores que 0,02 en la cerveza y en la levadura cervecera (Ascariscer, 2026). Es decir, a medida que avanza el procesamiento, el nivel de residuo disminuye de manera sustancial.

8. Monitoreo y fumigación con fosfina

8.1. Qué monitorear

Las infestaciones por insectos solo pueden detectarse y analizarse mediante un plan de monitoreo consistente que establezca cuándo se toman muestras de grano, dónde y cuándo se colocan las trampas y cuándo se analizan (Abadía y Bartosik, 2013). Durante todo el almacenamiento corresponde seguir cuatro variables:

- **Temperatura.** Lo relevante es la tendencia en el tiempo, más que el dato puntual. Una zona del granel que se calienta respecto de las vecinas puede indicar un foco de insectos o mayor

actividad de hongos, que a su vez crea las condiciones para el desarrollo de insectos (Abadía y Bartosik, 2013).

- **Humedad.** Se controla con muestreos periódicos del grano, en línea con lo indicado en la sección 3.
- **Dióxido de carbono (CO_2).** En almacenamiento, los granos, los microorganismos y los insectos consumen oxígeno y generan CO_2, de modo que su medición en el aire intergranario es un indicador sensible de deterioro (Abadía y Bartosik, 2013). Un aumento de la concentración de CO_2 indica respiración intensa, producida por microorganismos activos (por exceso de humedad) o por insectos. Puede detectarse varios días antes que con la termometría, porque el CO_2 se desplaza por el granel (por difusión, convección o ventilación) mucho más rápido que el calor, que se transmite lentamente por el carácter aislante del grano (Bartosik y de la Torre, 2023). Con este principio, el INTA e IEA (Ingeniería Electrónica Argentina SA) desarrollaron CO2NTROL, un sistema para silos y celdas no herméticos que utiliza la aireación para llevar el CO_2 desde el foco hasta sensores ubicados en la salida de aire del techo y emite alarmas según el nivel detectado (Bartosik y de la Torre, 2023; https://co2ntrol.com.ar/). Ambas tecnologías son complementarias: el CO_2 aporta la alerta temprana y la termometría permite ubicar el foco y estimar su tamaño.
- **Insectos.** Muestreo manuales o automáticos del grano en silo o en movimiento, capturas mediante trampas en el interior del grano o en las instalaciones, e inspección visual de las instalaciones constituye la base del monitoreo de insectos. Siempre conviene hacerlo de manera sistemática y organizada, y registrar fechas y resultados en una planilla de monitoreo.

8.2. Fumigación con fosfina

La fosfina es el fumigante más utilizado en granos almacenados. Es letal para todos los estadios del insecto, incluso los de las plagas primarias que se desarrollan dentro del grano, porque difunde hacia su interior; no tiene poder residual, por lo que no protege después del tratamiento, y no afecta el poder germinativo de las semillas (Abadía y Bartosik, 2013). Su éxito depende de la hermeticidad del recinto la concentración lograda y mantenida, y del tiempo de exposición.

Para Argentina se recomienda una concentración mínima efectiva de 200-300 ppm durante al menos 5 días dentro de la estructura, para eliminar adultos, huevos y larvas. Si la hermeticidad es baja, la mayor parte del gas se pierde al cuarto día o antes; los adultos pueden morir, pero huevos, larvas y pupas reinician el ciclo de infestación a los pocos días. Para lograr hermeticidad en estructuras fijas, se debe tapar ventiladores y conductos de aireación, sellar grietas y roturas. En el techo del silo se deben tapar todas las aberturas, incluyendo la ranura entre la pared y el techo, los sombreros de las ventilaciones y la puerta de inspección. En caso de no poder hacer este trabajo, se debe cubrir la superficie del granel con una lámina de polietileno, o “carpa”. El encarpado, además, reduce la cantidad de fosfina necesaria, porque la dosis se calcula sobre el grano cubierto y no sobre el volumen total del recinto. Así y todo, debido a problemas estructurales del recinto, en ciertas ocasiones no es posible lograr mantener una concentración efectiva, por lo que debe considerarse una reaplicación del producto para compensar las pérdidas.

Entre las condiciones que limitan la efectividad de la fumigación se encuentran: 1) la liberación del gas es muy lenta a bajas temperatura y humedad, y por eso no debe fumigarse si el grano está por debajo de 5 °C o de 9 % de humedad (cuando se utilizan pastillas o comprimidos); 2) Además, la fosfina intoxica al

insecto a través del proceso de respiración, por lo que si la temperatura es baja (debajo de 15°C), la actividad de los insectos también es baja y la intoxicación se retrasa sustancialmente; 3) Se trata de una operación que solo puede realizar una persona o ente habilitado, dada la toxicidad del gas y el requerimiento de equipamiento de protección especializado de los operarios; 4) Una vez finalizada la exposición, el recinto se ventila hasta que la concentración sea de 0,3 ppm o menos, lo que se estima que ocurre luego de 72 horas de ventilación, y el límite máximo de residuos de fosfina en granos almacenados en Argentina es de 0,1 ppm.

Toda fumigación debiera realizarse bajo monitoreo. La medición de la concentración con medidores digitales o tubos colorimétricos permite verificar que se alcanzó la concentración efectiva durante los días necesarios, y que la concentración es segura para las personas en las zonas de tránsito alrededor del recinto fumigado.

8.3. Pastillas y generación de fosfina desde cilindros

La formulación más utilizada en Argentina es la pastilla de fosfuro metálico, de 3 g y con 1 g de fosfina por unidad (Abadía y Bartosik, 2013). Su liberación de fosfina depende de la humedad y la temperatura: es más lenta cuanto más frío está el grano. Por debajo de unos 20 °C la liberación puede extenderse más de dos o tres días. Eso implica que, con pastillas, la concentración objetivo se alcanza con retraso, queda menos tiempo útil dentro de la ventana de exposición y, si aparece una fuga, no es posible reponer comprimidos (no se puede ingresar a hacer una reaplicación a un recinto bajo fumigación).

Como alternativa, se encuentra la tecnología HDS (Horn Diluphos System), equipos que inyectan fosfina gaseosa desde cilindros desde el exterior de la estructura y la introducen por tubos flexibles; sus ventajas son la rapidez, porque se alcanzan concentraciones letales inmediatamente después de inyectar, y la seguridad, porque los operarios no manipulan el producto. En definitiva, el tiempo de tratamiento se acorta en 2 a 3 días respecto de la fumigación con pastillas o comprimidos. Además, el sistema HDS de Ascariscer permite reinyectar para sostenerla si hay fugas o una sorción mayor a la esperada. A su vez, evita el polvo residual que dejan los fosfuros metálicos tras su descomposición.

La Figura 5 es un esquema conceptual que compara ambos modos con un objetivo ejemplificado de 250-300 ppm sostenidos durante 5 días.

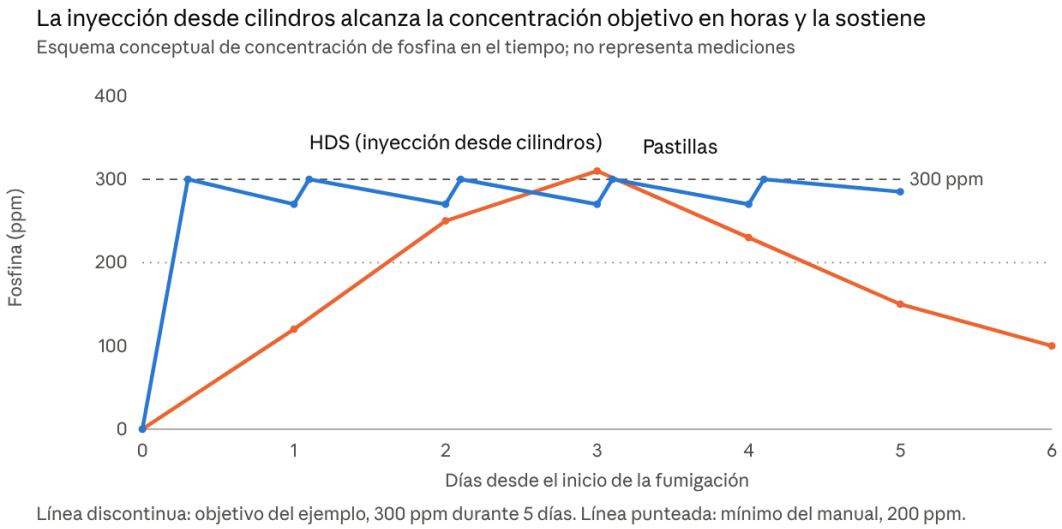


Figura 5. Esquema conceptual de la concentración de fosfina en el tiempo con pastillas y con inyección desde cilindros (sistema HDS). Concentración objetivo del ejemplo: 250-300 ppm durante 5 días.

8.4. Cuándo fumigar

La fumigación es una medida curativa: se justifica cuando el monitoreo detecta actividad de insectos que las medidas preventivas no evitaron. No reemplaza a la limpieza, el enfriado ni la protección del grano, porque no deja poder residual y una reinfestación posterior requiere un nuevo tratamiento (Abadía y Bartosik, 2013). Por otra parte, en ciertas ocasiones la fumigación es la única alternativa, por ejemplo cuando la planta de acopio está llena y no se puede hacer un transile para la aplicación de un insecticida líquido.

9. Almacenamiento de cebada en silo bolsa

El silo bolsa es un sistema hermético de atmósfera automodificada: la respiración del granel (granos, hongos e insectos) eleva el CO_2 y reduce el O_2 dentro de una cubierta de polietileno de tres capas y 230 micrones (Bartosik et al., 2012; Massigoge et al., 2010). Esta sección resume la evidencia local en cebada y las particularidades de manejo que se derivan de ella. En líneas generales se puede concluir que la cebada con humedad por debajo de la de recibo se almacenó en silo bolsa hasta 12 meses sin pérdida de los parámetros industriales, mientras que con más de 14 % de humedad en verano el almacenamiento no es seguro.

Evidencia con cebada. Tres estudios de INTA con la industria maltera cubren el rango de humedades prácticas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ensayos de almacenamiento de cebada cervecera en silo bolsa en Argentina.

Estudio	Sitio y período	Bolsas	Humedad inicial (%)	Duración	Resultado principal
Ochandio et al. (2009)	Tres Arroyos, mayo 2004 a mayo 2005	2 de ≈100 t	11,4 y 11,5	7 y 12 meses	Energía germinativa media de 97,2 y 98,4 %; humedad y proteína sin cambios sustanciales
Massigoge et al. (2010)	Tres Arroyos, 2009 a 2010	56 de ≈170 t	por debajo de la tolerancia de recibo; media 11,3	hasta 1 año	Poder germinativo medio de 98,8 %; 2 de 56 bolsas con pérdida (94 y 86 %)
Bartosik et al. (2012)	Balcarce, enero a mayo	2 de ≈180 t	12,9 a 17,9	≈135 días	Con menos de 14 %, germinación sobre 95 %; con 15,4 %, 76,1 % al final; con 17,9 %, menos de 10 % a fin de febrero

Con humedad por debajo de la de recibo, la temperatura del grano acompañó a la ambiental y no se registraron variaciones sustanciales de humedad ni estratificación (Ochandio et al., 2009). En 56 bolsas seguidas durante hasta un año, el calibre, la cuarta clase, la humedad (media de 11,3 %) y la proteína no se modificaron; se detectaron insectos vivos (gorgojos y carcomas) en 6 bolsas, sobre todo en los primeros meses (Massigoge et al., 2010). En el ensayo con humedades de 12,9 a 17,9 %, la germinación cayó rápidamente en los sectores húmedos: en el de 17,9 % bajó a 30 % tras el primer mes. Los autores concluyen que, con las temperaturas del verano argentino, no es seguro almacenar cebada con más de 14 % y que con menos de 14 % se la puede conservar 5 meses sin afectar la germinación (Bartosik et al., 2012).

Régimen térmico. La geometría de la bolsa expone una mayor proporción del grano a las fluctuaciones de temperatura que un silo metálico. La capa periférica, de los primeros 0,10 m, soporta picos al mediodía (de hasta 40°C) y mínimos de madrugada, mientras que el interior mantiene una temperatura casi constante (Bartosik et al., 2024; Taher, 2024). Una muestra compuesta con calador incluye solo una pequeña fracción de grano periférico, de modo que el deterioro de esa capa puede pasar inadvertido. Por eso se sugiere concentrar el muestreo en la periferia.

Monitoreo con CO_2. En el ensayo de Bartosik et al. (2012), los sectores con menos de 13,8 % de humedad tuvieron 3 a 8 % de CO_2, y los de 15,4 y 17,9 % llegaron a 15 y 20 %. En general, la medición de CO_2 en puntos localizados puede detectar actividad biológica incipiente, pero su sensibilidad depende de la distancia entre el punto de medición y el foco de deterioro (Bartosik et al., 2012). La empresa Silcheck (https://silchecksa.com/), en colaboración con el INTA, desarrolló un sistema de monitoreo y gestión de los granos en silo bolsa basado toda la información disponible de la dinámica de la concentración de

dióxido de carbono, el cual permite identificar de manera temprana aquellas bolsas que no conviene seguir conservando.

Fumigación en silo bolsa. Si el grano se embolsa libre de infestación y la bolsa conserva su integridad física se minimiza el riesgo de desarrollo de insectos (Abadía y Bartosik, 2013). Aun así, puede haber casos donde hay problemas con insectos en silo bolsas de cebada, tal como lo indican reportes de usuarios y un relevamiento donde se detectaron insectos vivos (gorgojos y carcomas) en algo más de 10 % de las bolsas, sobre todo durante los primeros meses (Massigoge et al., 2010). En ese caso la fumigación con fosfina es la medida curativa. Su éxito depende de que la bolsa sea hermética (cerrada y sin roturas a la vista). Las pastillas se colocan con un tubo plástico de unos 40 mm, insertado en diagonal hacia el centro del granel y hasta el piso de la bolsa, con una dosis de entre 1 a 2 g de fosfina por tonelada. Deben distribuirse en todo el perfil y sin tocar el plástico, porque el calor de la reacción puede dañarlo. Se aplican en pequeños grupos cada 5-6 m lineales de bolsa, con el primer punto a 2,5 m del inicio (Abadía y Bartosik, 2013). Como en toda fumigación, conviene medir la concentración de fosfina y que la operación la realice personal habilitado. La fumigación de cebada y otros granos almacenados en silo bolsa también puede hacerse con el sistema HDS. Además de tener todas las ventajas mencionadas en la sección 8, para el caso de los silo bolsas se suma su gran capacidad de trabajo, que permite realizar el servicio de un gran número de bolsas por día.

Pautas para cebada en silo bolsa.

- Ideal embolsar con humedad no superior a la de recibo (12,5 %).
- Evitar embolsar cebada con más de 14 % para almacenar en verano; con humedades intermedias, acortar el período y monitorear.
- Medir CO_2 a lo largo de la bolsa y seguir su evolución; ante aumentos, verificar roturas de la cubierta.
- Muestrear la periferia además del perfil central y sellar siempre los orificios.

10. Plan de campaña por etapa

El Cuadro 6 integra las medidas de las secciones anteriores en una secuencia de trabajo para almacenamiento convencional, desde antes de la cosecha hasta la primavera. Es un plan operativo de Ascariscer construido sobre las fuentes citadas en cada sección; las temperaturas límite de aireación, la aplicación de preventivo y las decisiones de fumigación deben ajustarse a la localidad, a la estructura de almacenamiento y al destino del lote.

Cuadro 6. Plan de campaña para cebada cervecera almacenada en silos y celdas.

Etapa	Medidas	Sección
Antes de cosechar	Limpieza sanitaria de cosechadora, transporte, silos, celdas, ventiladores y ductos; verificación del estado de los silos y del sistema de aireación; protección de las instalaciones con BioCarrier	6, 7
Cosecha y secado	Cosechar y recibir con humedad de 12 % o menor; secado sin superar los límites de temperatura del grano y del aire; uso de silos pulmón y escalonado de lotes	3
Ingreso del grano	Control de limpieza y de materias extrañas; prelimpieza si hace falta; aplicación de BioCarrier sobre grano seco	6, 7
Verano	Aireación nocturna con temperatura límite inferior a 25 °C o refrigeración si es necesaria; monitoreo de temperatura, humedad, CO_2 e insectos	5, 8
Otoño a primavera	Enfriar a 17 °C o a la temperatura más baja que permita el clima, por ciclos sucesivos; mantener el monitoreo	5, 8
Ante presencia de insectos	Fumigación con fosfina con hermeticidad y concentración sostenida durante el tiempo de exposición (medir concentración y reponer si fuese necesario)	8

Dos criterios ordenan el plan. El primero es empezar el almacenamiento en las mejores condiciones posibles, porque la pérdida de viabilidad es acumulativa e irreversible (Taher, 2024). El segundo es privilegiar la prevención, que actúa antes de que la infestación se establezca, y reservar la fumigación para cuando el monitoreo detecta actividad de insectos (Abadía y Bartosik, 2013). Debemos hacer todo lo posible para que el despacho de la mercadería nos sorprenda con la presencia de insectos.

11. Consideraciones finales

La viabilidad de la cebada cervecera se define en gran medida antes de que el grano entre al silo y se conserva o se pierde según la combinación de humedad y temperatura durante el almacenamiento. Los datos de laboratorio indican que ambas variables actúan de forma multiplicativa: en el lote evaluado, a 12 % de humedad y hasta 25 °C la energía germinativa se mantuvo por encima de 95 % durante más de 450 días, mientras que a 16 % y 35 °C el tiempo para descender de 98 % fue de pocos días (Taher, 2024, Tabla 13). Por eso las decisiones de cosecha, secado y enfriado pesan más que las correcciones posteriores.

A ese marco se suma el riesgo de insectos, que se controla con limpieza de instalaciones y de grano, enfriado por aireación, protección del grano seco con BioCarrier y monitoreo, y se corrige, cuando aparece, con fumigación con fosfina bajo condiciones de hermeticidad y concentración sostenida (Abadía y Bartosik, 2013).

Referencias

Abadía, M. B., & Bartosik, R. (Eds.). (2013). *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria* (1.ª ed.). Ediciones INTA.

Abadía, M. B., de la Torre, D., Cardoso, L., Cambareri, L., & Maciel, G. (2026). *Informe de fitotoxicidad en cebada, tiempo 0: BioCarrier líquido* [Informe técnico no publicado; resultados preliminares]. INTA.

Ascariscer. (s. f.). *BioCarrier: folleto del producto* [Documentación técnica]. Ascariscer.

Ascariscer. (2026). *Informe técnico: Límites máximos de residuos de spinosad en cebada y comportamiento de los residuos durante el procesamiento* (v. 2) [Informe técnico no publicado]. Ascariscer.

Bartosik, R. E., Cardoso, M. L., Carpaneto, B. B., Astiz, V., Molfese, E. R., & de la Torre, D. A. (2024). Evolution of Industrial Quality Parameters of Wheat during Storage in White and Colored Silo Bags: A Field-Scale Study. Agriculture, 14(6), 841. https://doi.org/10.3390/agriculture14060841

Bartosik, R., & de la Torre, D. (2023). *CO2NTROL: una nueva tecnología para el monitoreo de granos almacenados* [Informe técnico]. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, IPADS (INTA-CONICET).

Bartosik, R., Ochandio, D., Cardoso, L., & de la Torre, D. (2012). Storage of malting barley with different moisture contents in hermetic silo-bags. En S. Navarro, H. J. Banks, D. S. Jayas, C. H. Bell, R. T. Noyes, A. G. Ferizli, M. Emekci, A. A. Isikber, & K. Alagusundaram (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Controlled Atmospheres and Fumigation of Stored Products* (pp. 549–554). Antalya, Turquía, 15–19 de octubre.

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. (2026a, 8 de enero). *Panorama Agrícola Semanal: cebada 2025/26* [citado en Infocampo]. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.infocampo.com.ar/?p=595143

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. (2026b). *Panorama Agrícola Semanal: cebada, superficie, rendimiento y producción 2025/26 y 2026/27*. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.bolsadecereales.com/

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. (2026c). *Panorama Agrícola Semanal: inicio y cierre de la siembra de cebada 2026/27* [citado en Bank Magazine y en Agroempresario]. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://bankmagazine.com.ar/la-cebada/ y https://agroempresario.com/publicacion/120720/la-cebada-cerro-la-siembra-con-menos-superficie-y-el-clima-vuelve-a-complicar-al-trigo-y-al-maiz/

Bolsa de Comercio de Rosario. (2025, 7 de noviembre). *Panorama del mercado de cebada argentino* (G. Dellamaggiore & E. Terré). Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/112842

Bolsa de Comercio de Rosario. (2026, 16 de enero). *Estructura comercial de la cebada en Argentina* (B. Maldonado, B. Ferrari & E. Terré). Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/113928

Canadian Grain Commission. (2004, septiembre). *Drying barley a very risky proposition* [Hoja informativa; artículo publicado originalmente en *Go Malting!*, boletín de la Canadian Wheat Board]. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://bac-lac.wayback.archive-it.org/web/20071115001330/http:/www.grainscanada.gc.ca/Pubs/factsheets/Drying/barley-e.htm

Hellevang, K. (2019, 12 de agosto). *Malting barley requires care when drying, in storage* [Comunicado de prensa redactado por E. Crawford]. NDSU Agriculture Communication. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.ag.ndsu.edu/news/newsreleases/2019/aug-12-2019/malting-barley-requires-care-when-drying-in-storage

Infocampo. (2018, 7 de mayo). *El Senasa prohibió el uso de Diclorvós y Triclorfón y de productos que lo contengan que se utilicen en granos*. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.infocampo.com.ar/?p=399075

Jacobsen, E. E., & Fleurat-Lessard, F. (2002). Estimation of safe storage periods for malting barley using a model of heat production based on respiration experiments. En *Advances in stored product protection: Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection, York, Reino Unido, 22–26 de julio de 2002* (pp. 456–463). https://doi.org/10.1079/9780851996912.0456

Massigoge, J. I., Cardoso, L., Bartosik, R., Rodríguez, J. C., & Ochandio, D. (2010). Almacenamiento de cebada cervecera en silos bolsa. *IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola (CLIA 2010) y XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA 2010)*, Vitória, ES, Brasil, 25 a 29 de julio.

Mwazha, M., Mugadza, D. T., Manhokwe, S., Njini, M., & Jombo, T. Z. (2022). Comparison of the changes in seed germination vigour with prolonged postharvest storage for *Hordeum vulgare* varieties, Hope and Sierra malting barley varieties, in Zimbabwe. *Journal of Food Quality, 2022*, Art. 9612855. https://doi.org/10.1155/2022/9612855

Northern Periphery and Arctic Programme. (2018). *Drying of harvested grain: Guidelines* (entregable DT223, versión 2; proyecto Northern Cereals – New Markets for a Changing Environment). Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://cereal-2014-20.interreg-npa.eu/subsites/CEREAL/Grain_Drying-Guidelines-NPA-Cereal-DT223_Version2.pdf

Ochandio, D., Rodríguez, J., Rada, E., Cardoso, L., & Bartosik, R. (2009). Almacenamiento de cebada cervecera en bolsas plásticas herméticas. *X Congreso Argentino de Ingeniería Rural (CADIR) y II MERCOSUR*, Rosario, 1 a 4 de septiembre.

Rajjou, L., & Debeaujon, I. (2008). Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. *Comptes Rendus Biologies, 331*, 796–805.

Sadaka, S., & Jayas, D. S. (2022). Cereal grain drying systems. En *Storage of cereal grains and their products* (pp. 293–329). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812758-2.00008-8

Servicio Meteorológico Nacional. (2026, 30 de septiembre). *Pronóstico climático trimestral: octubre-noviembre-diciembre 2026*. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.smn.gob.ar/clima/perspectiva

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2013). *Resolución 27/2013: Norma V, Anexo A, cebada cervecera*.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2018). *Resolución 149/2018: prohibición de diclorvós y triclorfón en granos*. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.argentina.gob.ar/node/114586

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2025a, 17 de junio). *Certificado de inscripción de producto formulado: Ascariscer BioCarrier, N.º 42.094 BIO* (CE-2025-65280485-APN-DNPV#SENASA). Dirección Nacional de Protección Vegetal.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2025b, 11 de julio). *Aprobación de insumo comercial para su aplicación en la producción orgánica: Ascariscer BioCarrier* (Nota NO-2025-75288015-APN-DEYARI#SENASA). Dirección de Estrategia y Análisis de Riesgo.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2025c). *Resolución 49/2025: prohibición del uso poscosecha de mercaptotíon (malatión) en granos de maíz almacenados*. Recuperado el 11 de noviembre de 2026, de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/norma-408841/texto

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2026a, 28 de julio). *Certificado de inscripción de producto formulado: Ascariscer BioCarrier L, N.º 42.731 BIO* (CE-2026-72737518-APN-DNPV#SENASA). Dirección Nacional de Protección Vegetal.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (2026b, 20 de agosto). *Aprobación de insumo comercial para su aplicación en la producción orgánica: Ascariscer BioCarrier L* (Nota NO-2026-80295019-APN-DNIYCA#SENASA). Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

Taher, H. I. (2024). *Estudio de pérdidas de calidad de granos de cebada cervecera durante el almacenamiento* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Mar del Plata]. Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias, Balcarce, Argentina.

Taher, H., San Martino, S., Abadía, M. B., & Bartosik, R. E. (2023). Respiration of barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) under different storage conditions. *Journal of Stored Products Research, 104*, 102178. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2023.102178

Woonton, B. W., Jacobsen, J. V., Sherkat, F., & Stuart, I. M. (2005a). Changes in germination and malting quality during storage of barley. *Journal of the Institute of Brewing, 111*(1), 33–41.

Woonton, B. W., Sherkat, F., & Maharjan, P. (2005b). The influence of barley storage on respiration and glucose-6-phosphate dehydrogenase during malting. *Journal of the Institute of Brewing, 111*(4), 388–395.