

Manejo de granos en bolsas plásticas

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)- EEA Balcarce, Argentina.

El uso de la bolsa plástica para el almacenamiento de granos cambió notablemente la coyuntura de la poscosecha en Argentina. En las últimas campañas llegaron a almacenarse cerca de 45 millones de toneladas de granos por año, equivalentes al 45% de la producción total del país (Fig. 14.1) y actualmente es una tecnología utilizada en más de 50 países en el mundo. En vistas a su relevancia, a continuación se ofrecen algunas recomendaciones básicas para el manejo de granos bajo este sistema de almacenamiento.

La práctica del almacenamiento de granos en bolsas plásticas fue introducida en Argentina en el año 1995, a medida que la infraestructura instalada para la poscosecha resultaba insuficiente para absorber el gran aumento en la producción de granos experimentado a partir de ese momento. No obstante, el almacenamiento en bolsas plásticas comenzó a tener gran difusión en Argentina a partir del año 2001 (Fig. 14.1), debido al desarrollo de las máquinas embolsadoras y extractoras y al bajo costo de implementación. Es importante destacar que, del total almacenado en bolsas, una importante proporción permanece en manos de los productores agrícolas, para quienes la posibilidad de almacenar el grano en el propio establecimiento representa enormes ventajas logísticas y de comercialización.

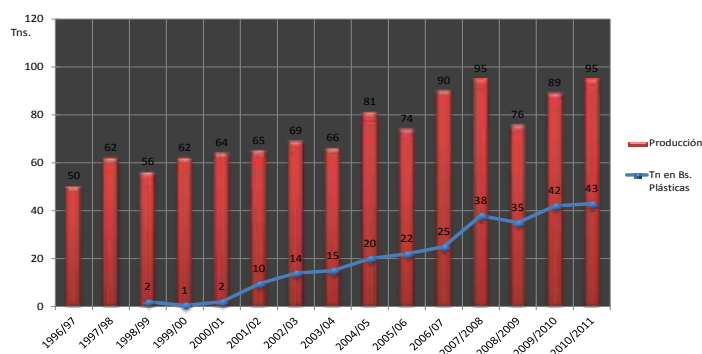


Figura 0.1. Evolución del uso de bolsas plásticas con respecto a la producción de granos de Argentina. Fuente: elaboración propia en base a datos de fabricantes de bolsas plásticas.

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 rastros, 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.

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 implicaría la entrada de agua y la posterior pérdida de calidad (Fig.14.2). Además, si el sitio es anegable no se podrá acceder 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 0.2. Bolsa emplazada en terreno anegable. Fuente: INTA

- -esto provocaría una pérdida de adherencia de la máquina embolsadora, que redundaría en problemas para lograr un correcto llenado de la bolsa.



Figura 0.3. 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 ubicarse 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 0.4. 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.

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 esto se recomienda:

- 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 Izq.) o en su defecto, el uso de tablas (Fig. 14.5 Der.).
- 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.
- 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.

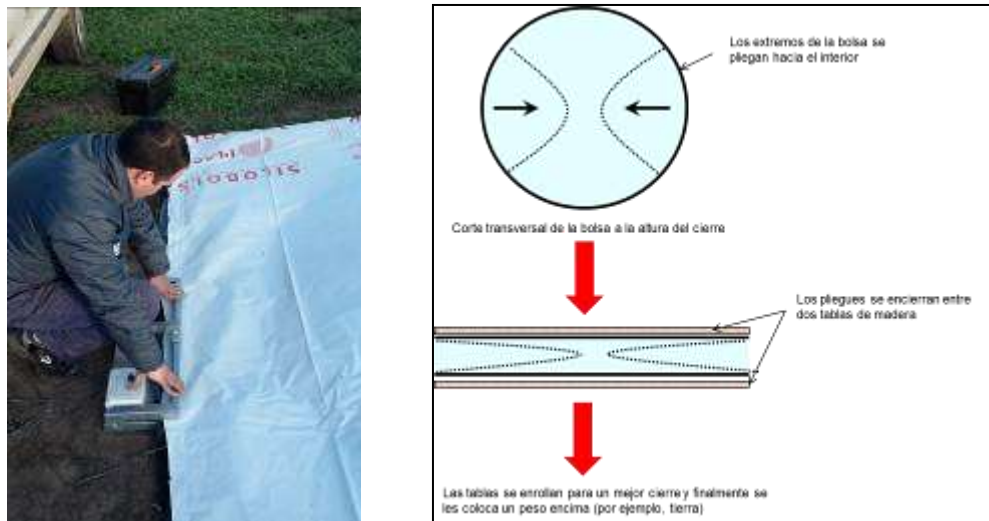


Figura 0.5. Métodos recomendados para el cierre de la bolsa. Izq: fotografía del procedimiento de termosellado, mediante máquina termoselladora. Der: esquema del cierre por tablas. Fuente: INTA



Figura 0.6. Depresión en la superficie de la bolsa. Fuente: INTA

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).



Figura 0.7. 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.

Tabla 0.1 Riesgo por humedad del grano (valores orientativos)

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**

Fuente: elaboración propia en base a ensayos de INTA PRECOP

Tabla 0.2. 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**

Fuente: elaboración propia en base a ensayos de INTA PRECOP

- Temperatura ambiente: a diferencia de lo que ocurre con los sistemas tradicionales de almacenamiento (silos y celdas), la temperatura del grano almacenado en bolsas plásticas oscila notablemente a lo largo del día y aun más entre estaciones del año, siguiendo un patrón muy similar al de la temperatura ambiente. Por esta razón, temperaturas ambiente elevadas aceleran los procesos de deterioro del grano, sobre todo si fue embolsado húmedo. Este fenómeno es particularmente marcado en el estrato superior de la bolsa. Por lo tanto, la presión de muestreo debe ser mayor en épocas y zonas geográficas cálidas (ver Tabla 14.3).
- Calidad inicial del grano: si se almacena grano de baja calidad (elevado porcentaje de granos chuzos, partidos, materias extrañas, etc.) el riesgo de deterioro es mayor que si se almacena grano sano y limpio. La presión de muestreo debe ser mayor en caso de grano de baja calidad inicial (ver Tabla 14.3).

En la Tabla 14.3 se presentan distintas frecuencias según la humedad de embolsado y época del año. Los lapsos mencionados son orientativos y de utilidad sólo si la bolsa visualmente mantiene su integridad física (se considera los riesgos por roturas en la zona inferior de la bolsa).

Tabla 0.3. Frecuencia de muestreo con distintas condiciones del grano y ambiente.

Condiciones de embolsado	Humedad (%)	Calidad de grano	Frecuencia de muestreo	
			Invierno*	Verano*
Adecuadas	1 punto inferior a recibo	Buena	3 meses	3 meses
	1 punto superior a recibo	Buena-Media	45 días	35 días
	2 o más puntos superior a recibo	Buena	35 días	20 días
	2 o más puntos superior a recibo	Media-baja	20 días	15 días
Inadecuadas	Aumentar la frecuencia conforme al riesgo de entrada de agua a la bolsa plástica. Riesgo de rotura inferior por rastrojo o malezas + riesgo de anegamiento (dado por la ubicación en el relieve y frecuencia de lluvias durante el almacenaje).			
* En otoño o primavera considerar lapsos intermedios a los de invierno y verano.				

Fuente: elaboración propia en base a ensayos de INTA PRECOP

Paralelamente, el muestreo de calidad del grano puede realizarse mediante extracción de muestras de grano o bien mediante la medición de la concentración de dióxido de carbono dentro de la bolsa. Para el monitoreo por extracción de muestra de grano normalmente se emplea un calador tipo sonda de 1,8 m de longitud (la longitud debe permitir tomar una muestra en el diámetro mayor de la bolsa). El calador se inserta en forma diagonal, desde el lateral-superior de la bolsa hacia la zona centro-inferior de la misma (Fig. 14.8), a través de un orificio realizado en la pared de la bolsa plástica (Fig. 14.9). La muestra extraída puede ser analizada *in situ* para detectar

presencia de olores objetables, granos dañados, verdín, etc., y/o puede ser derivada para otros análisis como poder germinativo y calidad comercial.

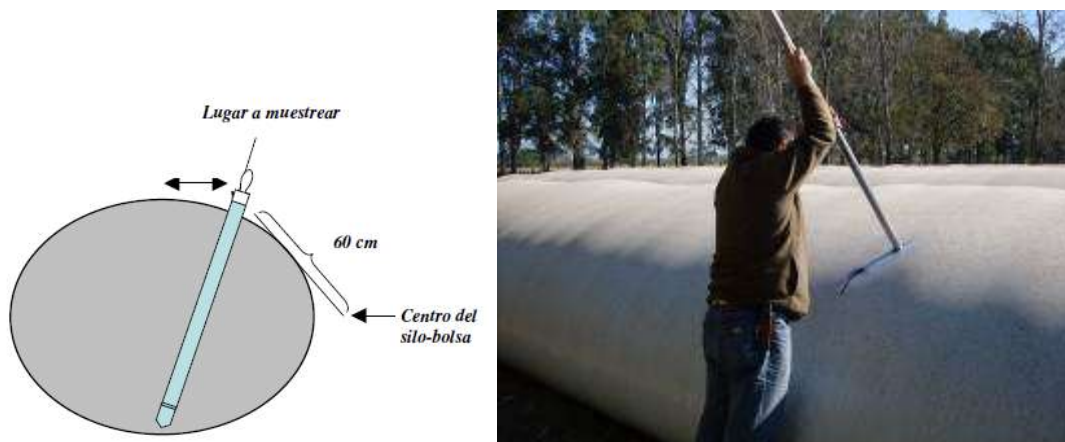


Figura 0.8. Inserción del calador en la bolsa plástica. Izq: esquema de la posición del calador durante el muestreo en un corte transversal de la bolsa plástica. Der: fotografía del procedimiento. Fuente: INTA



Figura 0.9. Orificio realizado en la pared de la bolsa plástica para inserción del calador. Fuente: INTA

Respecto del número de sitios a muestrear, éste dependerá de la homogeneidad de la mercadería. Cuanto más despareja sea la calidad y la humedad del grano, mayor deberá ser el número de sitios a muestrear. Si las condiciones iniciales del grano son homogéneas (su humedad principalmente) se recomienda un mínimo de 3 sitios a calar, coincidentes con los sectores de mayor riesgo. En caso de no conocer las condiciones iniciales del grano se requiere muestrear en al menos 6 sitios. En caso de surgir roturas, es conveniente calar en zonas adyacentes a las mismas dado el mayor riesgo.

Una vez extraída la muestra, se debe proceder al correcto sellado del orificio (ver Sección 14.4 de este Capítulo).

Por su parte, el principio del monitoreo de calidad de granos mediante la concentración de dióxido de carbono se basa simultáneamente en la respiración aeróbica de los componentes bióticos del granel (granos, microorganismos e insectos) y en la baja permeabilidad de la bolsa plástica al pasaje de los gases.

Más específicamente, la bolsa plástica es un sistema de almacenamiento hermético (siempre que esté correctamente cerrada y sin roturas), a diferencia de las estructuras tradicionales de almacenamiento en las que existe un libre intercambio de gases entre el interior y el exterior. Los granos confinados en un ambiente hermético respiran (consumiendo oxígeno y generando dióxido de carbono) y así generan una auto-modificación de la atmósfera intergranaria.

En particular, un estudio realizado en la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce de INTA durante el invierno-primavera de 2006 determinó que cuando los granos de trigo y soja son almacenados a humedad de recibo o menor, la actividad biológica en la bolsa es baja, generándose atmósferas levemente modificadas (entre 1,5 a 4% de dióxido de carbono en el interior de la bolsa comparado con el 0,03% de la concentración atmosférica normal).

Por el contrario, en granos que están sufriendo procesos de descomposición causados por hongos, la actividad biológica es más elevada y también lo es la concentración de dióxido de carbono dentro de la bolsa (superior al 5%). Por ende, la medición de este gas en el aire intergranario puede utilizarse como un indicador de procesos de deterioro, constituyendo una herramienta para el monitoreo del grano almacenado de alta sensibilidad, con un nivel de exactitud y sencillez aceptables.

Esta técnica es capaz de detectar en forma temprana un problema de almacenamiento aun sin deterioro visible del grano, en cualquier punto de la bolsa, incluso los que se producen en el fondo de la bolsa. Debido a las propiedades de difusión del dióxido de carbono, la técnica permite sectorizar la bolsa y asignar diferentes niveles de riesgo a cada sector.

Esta técnica presenta ciertas ventajas con respecto al monitoreo por calador. En primer lugar, permite detectar condiciones no adecuadas de almacenamiento antes que los granos se deterioren irreversiblemente, ya que los equipos presentan una alta sensibilidad para detectar condiciones riesgosas (alta humedad, baja calidad y roturas). En segundo lugar, no dañan la integridad del plástico por lo que no es necesario sellar roturas. Además son portátiles y rápidos (monitorean de 15 a 20 bolsas plásticas por hora).

El INTA recomienda realizar mediciones del dióxido de carbono intergranario a una distancia entre puntos no superior a 3 metros desde el extremo de armado de la bolsa, con la mayor periodicidad posible para detectar zonas de alta tasa de incremento en la concentración de dióxido de carbono, usualmente por embolsar grano húmedo o por la entrada de agua a través de una rotura. De detectarse dichas condiciones se recomienda seguir monitoreando especialmente en esos puntos y, en base a la información que brindan los equipos, realizar la extracción de una muestra mediante calador a fin de detectar el motivo de dicho incremento, y la planificación de la extracción del grano para evitar que este pierda calidad.

En la actualidad se han desarrollado en el país equipos que incorporan programas informáticos específicos que permiten llevar registros precisos, donde se pueden cargar establecimientos o centros de acopio, bolsas, tipo de grano, sectores dentro de cada bolsa, progresión de la concentración de dióxido de carbono e incluso un diagnóstico sobre la condición del grano (Fig. 14.10). Se trata de equipos resistentes y de fácil manejo, que muestran de manera detallada la información, lo cual permite reducir las pérdidas y llevar a cabo una mejor gestión de las bolsas.



Figura 0.10. Interfaz de un sistema de monitoreo de bolsas plásticas (perteneciente a la empresa Silcheck SA), donde se observa: (a) un *ranking* de riesgo de las bolsas ordenadas de mayor (rojo) a menor (verde); (b) la ubicación geográfica de las distintas bolsas; (c) el nivel de riesgo de diez sectores diferentes de una bolsa seleccionada (donde rojo es comprometido y verde es seguro). Fuente: Silcheck SA

Sellado de roturas y sitios de muestreo

Como se ha dicho, es fundamental mantener la integridad física de la bolsa plástica para evitar la entrada de agua e insectos. Por esta razón, todo sitio de muestreo debe ser sellado una vez extraída la muestra, al igual que toda rotura que se detecte.

El sellado se debe realizar exclusivamente con cinta adhesiva especial para tal fin ya que posee resistencia a las inclemencias climáticas; es recomendable elegir entre las opciones del mercado el producto que presente el mejor adhesivo. Para mejorar la adherencia y prolongar la duración del cierre, se recomienda limpiar la zona con alcohol antes de pegar la cinta. Dado que el sellado debe ser permanente, se pueden utilizar distintas opciones para lograr dicho fin:

- Tapar el orificio con cinta adhesiva y, posteriormente, sellar los bordes de la cinta con pegamento siliconado (Fig. 14.11).
- Tapar el orificio con cinta adhesiva y pegar por encima un retazo de la misma bolsa plástica para que actúe como parche. Sellar luego los bordes del parche con la misma cinta adhesiva (Fig.14.12).

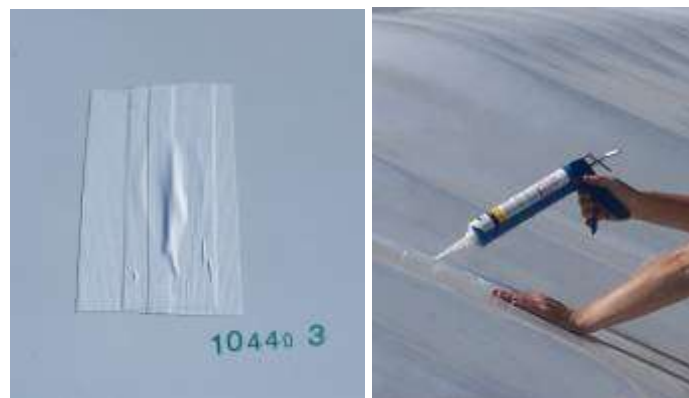


Figura 0.11. Sellado de roturas y puntos de muestreo en bolsas plásticas. Izq: orificio tapado con cinta adhesiva. Der: sellado de los bordes de la cinta adhesiva de tela con pegamento siliconado. Fuente: INTA



Figura 0.12. Sellado de roturas y puntos de muestreo en bolsas plásticas. Izq: orificio tapado con cinta adhesiva. Der: parche confeccionado con un retazo de la misma bolsa plástica. Fuente: INTA