

DOCUMENTO

Cama biológica Modelo INTA Ascasubi

Aspectos básicos de diseño y mantenimiento

Verónica Caracotche | Andrea Mairosser



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina

Estación Experimental
Agropecuaria
Hilario Ascasubi

Introducción

El uso inadecuado de productos fitosanitarios puede conducir a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y del suelo. Este tipo de problemas ambientales están presentes en todas las áreas agrícolas del mundo, Argentina no es la excepción.

Entre las principales causas de contaminación se encuentran el almacenamiento incorrecto de los fitosanitarios, fallas en los equipos de aplicación, derrames accidentales durante la preparación y carga, la limpieza de los equipos de pulverización deriva o errores de aplicación.

A principios de los años noventa, se desarrollaron en Suecia las denominadas “biobeds” o “**camas biológicas**”, con el objetivo de afrontar situaciones de contaminación puntual, generada principalmente por derrames accidentales durante la preparación y cargado del tanque de las pulverizadoras, así como por los líquidos resultantes del lavado de las camas. Estos sistemas constituyen una **alternativa biológica, segura y eficaz** para el tratamiento de los residuos de productos fitosanitarios generados en la actividad agropecuaria. Los residuos se retienen y degradan en una matriz biológicamente activa (biomezcla) a niveles de inocuidad para la salud humana y el ambiente, a través del desarrollo de microorganismos específicos que favorecen la descomposición biológica de estos compuestos.

Las primeras camas desarrolladas consistían en una excavación en el suelo impermeabilizada y rellena con la biomezcla. En la actualidad existen diversos modelos que difieren en la manera de captar los líquidos residuales y la forma de disponer la biomezcla, no obstante, la biomezcla es la misma en todos los sistemas: se compone básicamente de un residuo lignocelulósico, un sustrato orgánico humificado y suelo. Cada uno de estos materiales cumplen una función específica.

Una de las principales cualidades de esta tecnología es la versatilidad que presentan los diferentes modelos tanto en el diseño, como en los materiales seleccionados para su construcción y funcionamiento. De esta manera, las camas biológicas se presentan como herramientas “a medida”, fácilmente adaptables a las condiciones de uso de cada establecimiento y región donde se instalen. Esta característica impacta directamente en el costo de construcción, desde sistemas muy simples y económicos hasta modelos automatizados con mayor tecnología incorporada, pero todos igualmente seguros y eficaces.

Las camas biológicas brindan ciertas ventajas al momento de optar a certificaciones como BPA, Agricultura Certificada AAPRESID, Comercio Justo, etc. Producir de manera sustentable genera la posibilidad de agregar valor a la producción y eventualmente ingresar a nuevos mercados.

En este documento se describe el modelo adoptado por el INTA Ascasubi, de cama biológica directa, diseñado según las particularidades de uso de la Estación Experimental Agropecuaria y las condiciones locales. Surgió como resultado del trabajo conjunto entre investigadores del convenio UPSO, CERZOS, CONICET-UNS ¹ y del INTA Ascasubi, quienes establecieron las bases científicas y tecnológicas para su adaptación.

Modelo INTA Ascasubi

El INTA Ascasubi es pionero en adaptar y utilizar este sistema de cama directa a nivel nacional. La unidad de experimentación adaptativa fue diseñada y construida en septiembre de 2021 con un doble propósito: por un lado, la utilización en actividades experimentales y productivas del INTA y de la Asociación Cooperadora y por otro, para difundir la tecnología no sólo hacia productores sino a otras instituciones que podrían replicar el modelo. La cama biológica instalada en el predio, facilita la promoción de la implementación de estos sistemas, desde la construcción, las formas de uso y el mantenimiento. Además, representa una vía propicia para promover otros aspectos fundamentales en la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas, relacionados al uso responsable de fitosanitarios.

¹ Universidad Provincial del Sudoeste (UPSO), Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional del Sur (UNS).

Estructura disponible y obras para realizar

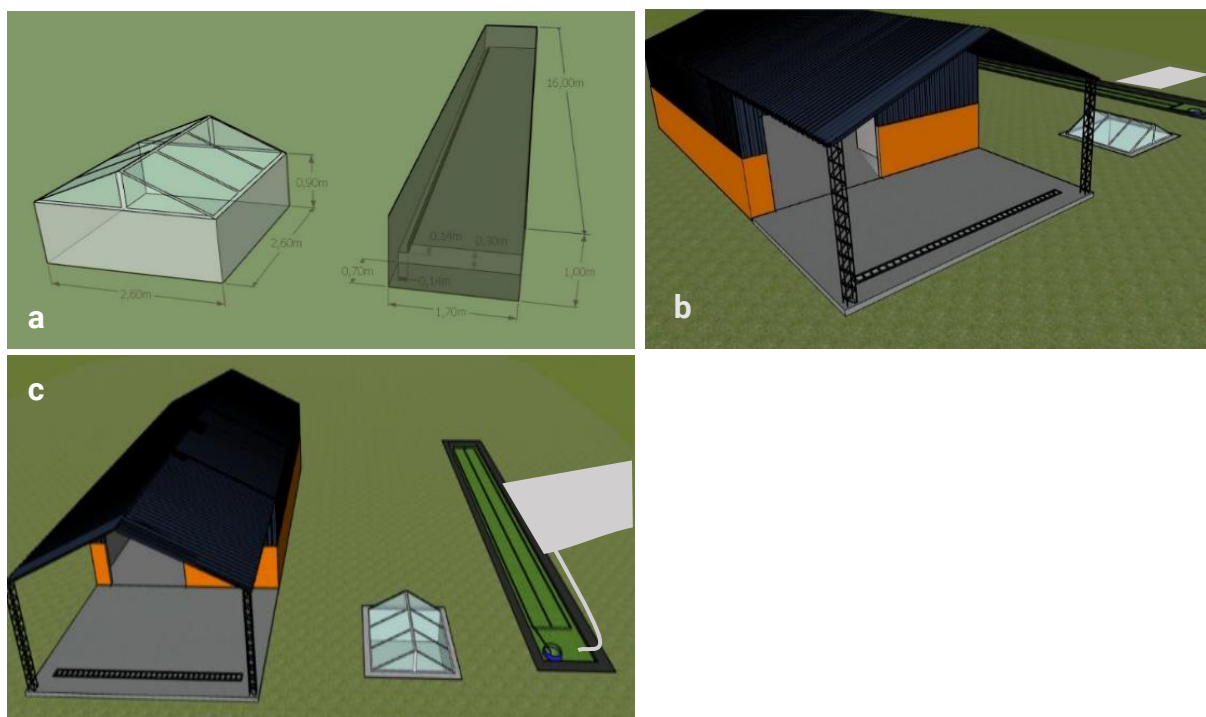


Figura 1. a- Esquema y dimensiones de la pileta de evaporación disponible y de la excavación a realizar para la instalación de la cama biológica. b- Platea de estacionamiento y lavado de pequeños implementos en las inmediaciones del galpón de agroquímicos con desagüe hacia la pileta de evaporación. c- Esquema final de las instalaciones: pileta de depósito de líquidos residuales (existente), cama biológica con un playón de estacionamiento para los equipos pulverizadores de mayor tamaño que usa el INTA H. Ascasubi (a realizar).

El INTA Ascasubi dispone, desde hace años, un galpón diseñado específicamente para el almacenamiento y manipulación de agroquímicos. En la parte exterior del mismo, se encuentra una playa de estacionamiento y lavado para mochilas y pequeños equipos de aplicación (Fig. 1b). Los residuos líquidos provenientes de dicha playa son conducidos por un sistema de desagüe hacia una pileta de evaporación anexa (Fig. 1a y 1b). Se estableció la ubicación para la excavación de la cama biológica directa (Fig. 1a) al lado de la pileta, alineada estratégicamente de acuerdo a los espacios y estructura disponibles (Fig. 1b).

Se diagramó la instalación de una bomba para posibilitar el vertido del contenido de la pileta de evaporación, que funciona como estructura de almacenamiento de los residuos, sobre la cama biológica. La instalación de la cama biológica permite tratar tanto los residuos provenientes de la playa de lavado mencionada, como de los lavados internos de los equipos de pulverización que se realicen directamente sobre la cama biológica (Fig. 1c).

Componentes de la cama biológica

La cama biológica está conformada por la excavación mencionada, impermeabilizada con una geomembrana, sobre la que se instaló un sistema de drenaje, la biomezcla (donde ocurre la

degradación) y finalmente una capa de cobertura vegetal. El drenaje se bombea hacia la pileta y luego por medio de un sistema de riego por goteo se recirculan los residuos desde la pileta hacia la cama. En la Figura 2 se observan los componentes mencionados en una sección transversal.

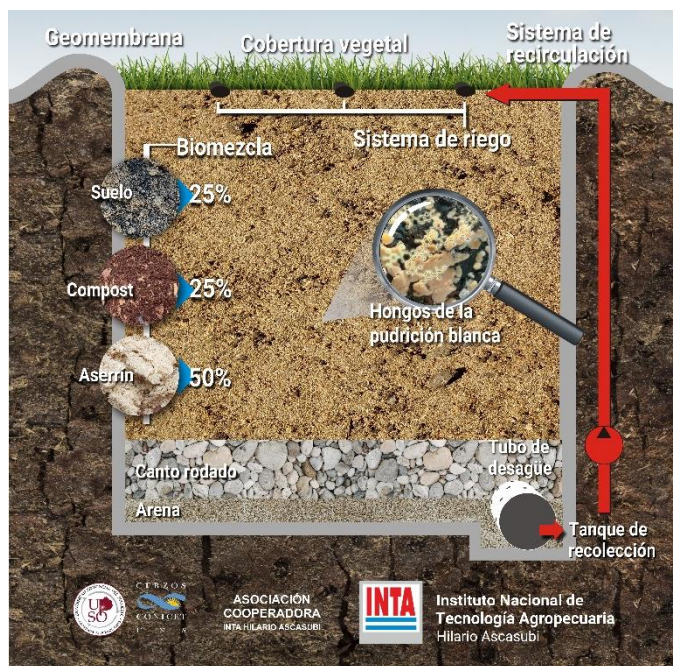


Figura 2. Sección transversal de la cama biológica y detalle de cada componente.

Etapas constructivas de la cama biológica

En primera instancia, se realizó la excavación. La profundidad fue de 1m, el ancho 1,7m correspondiente al ancho de la pala mecánica utilizada para la tarea, y la longitud se definió en función de la longitud del botalón de la pulverizadora de mayor tamaño que va a utilizar la cama, 15 m (Fig. 3a). En uno de los extremos se alojó la cabecera, es decir, un espacio de 1m con 30 cm de mayor profundidad donde se instaló el encamisado para que la bomba pueda tomar el agua y enviarla a la pileta de evaporación (Fig. 3b). El fondo de toda la excavación tiene una leve pendiente hacia la cabecera para favorecer el desplazamiento del agua y a fin de facilitar aún más el drenaje, se dispuso de una franja longitudinal bajo nivel para poder instalar un caño de desagüe de recolección de los líquidos residuales (Fig. 3c).



Figura 3. a- Pozo excavado. b- Detalle de la cabecera de la cama c- Ducto lateral para el drenaje.

Una vez realizada la excavación, se procedió a su cobertura con una geomembrana de 500 micrones (Fig. 4a) para asegurar una buena aislación del sistema respecto al resto del ambiente. Sobre la franja longitudinal realizada bajo nivel, se instaló un caño de desagüe de 110 mm de PVC con 4 líneas de perforaciones distanciadas a 10 cm para favorecer la conducción de los residuos hasta la cabecera de la cama biológica (Fig. 4b). El caño se revistió con geotextil para evitar el ingreso de arena o biomezcla al mismo (Fig. 4c). En la cabecera, se colocó un tambor de 200 litros con múltiples perforaciones y sin su fondo, para que funcione como encamisado de la toma de la bomba (Fig. 4b y 4d).



Figura 4. a- Revestimiento del pozo con geomembrana. b- Detalle de la cabecera de la cama con caño de desagüe y tambor c- Detalle de las perforaciones en el caño de desagüe y su revestimiento con geotextil. d- Perforaciones en el tambor sin fondo.

Para completar el sistema de drenaje, se colocó una capa de 10 cm de arena en primer lugar (Fig. 5a) y por encima, una capa de 5 cm de canto rodado (Fig. 5b.).



Figura 5. a- Volcado de arena para formar la primera capa del piso. b- Volcado de canto rodado para completar la capa de drenaje.

A continuación, se incorporó la biomezcla (Fig. 6c) compuesta volumétricamente por un 50% de aserrín de álamo, 25% de compost realizado a partir de residuos de feed lot y 25% de suelo propio del predio donde se realizan las cargas de los equipos pulverizadores en la Experimental (Fig. 6a). La composición específica de la biomezcla es el resultado de una investigación en condiciones de laboratorio del grupo de trabajo donde se evaluó el desempeño de distintas biomezclas realizadas a partir de los materiales disponibles localmente. Estos materiales se homogeneizaron con una máquina volteadora de compost, disponible en la Experimental (Fig. 6b).



Figura 6. a- Pila formada con los 3 materiales con componen la biomezcla. **b-** Máquina volteadora que se utilizó para mezclar los materiales. Se observa la uniformidad en el color de la pila luego del proceso de mezclado. **c-** Llenado de la cama con la biomezcla.

Luego, se sujetaron y acondicionaron los bordes de la membrana con canto rodado (Fig. 7a) tarea muy importante para asegurar la impermeabilidad del sistema; se cubrió la superficie con pasto seco proveniente de un rollo desarmado y se desplegó una manguera perforada para regar la biomezcla durante 30 días y estimular la actividad microbiana, antes de comenzar con su uso (Fig. 7 b). La cobertura de la superficie es fundamental para contribuir al equilibrio hídrico necesario para la activación biológica.



Figura 7. a- Sujeción de los bordes de la geomembrana con canto rodado. **b-** Cobertura con pasto seco y riego durante 30 días para activar la biomezcla.

Finalizado el período de activación, se armó el sistema de riego para la recirculación de los residuos líquidos. El sistema está conformado por cintas con goteros, que es posible alimentar mediante un juego de canillas, con la misma bomba que realiza el desagote del líquido hacia la pileta de evaporación (Fig. 8 a y 8b).

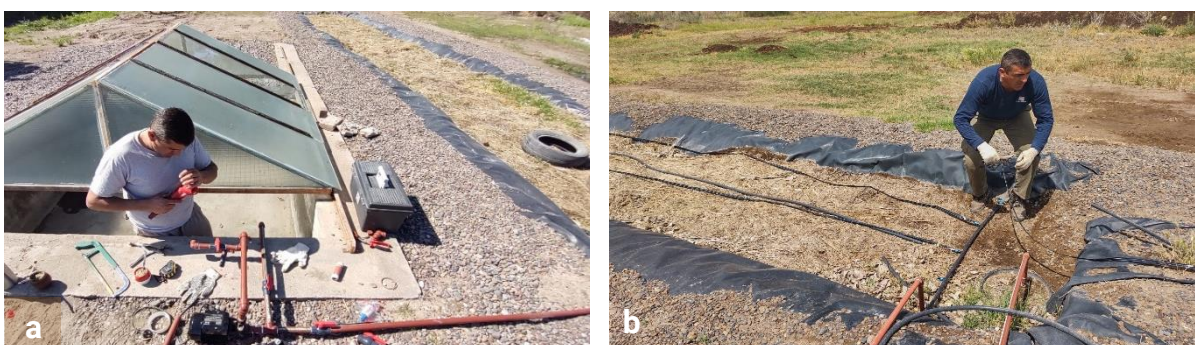


Figura 8. a- Conexión de tuberías y juego de canillas para dirigir la circulación de los líquidos. **b-** Conexión de cintas de goteo para recircular los líquidos desde la pileta de almacenamiento.

Con el sistema de recirculación instalado, este modelo de cama comenzó a funcionar únicamente con los líquidos de los lavados internos de las máquinas, debido a la falta de un playón para ubicar el equipo pulverizador y contener los derrames accidentales en el momento de preparación y carga de los productos fitosanitarios. En este caso, el playón de cemento se realizó con posterioridad, ampliando la funcionalidad del sistema (Fig. 9a, 9b y 9c). Si bien la cama puede empezar a utilizarse, aunque en forma limitada como se mencionó, es conveniente incluir en el presupuesto inicial la construcción del playón para que el sistema esté completamente operativo desde el principio.



Figura 9. a- Armado y nivelación de la estructura para contener el hormigón y el sistema de desagüe de líquidos. **b-** Volcado de hormigón. **c-** Nivelación del suelo con las pendientes necesarias para dirigir los líquidos residuales.

El modelo del INTA Ascasubi no está automatizado para su funcionamiento. Se controla semanalmente o cada dos o tres días la humedad de la biomezcla, según la época del año o las precipitaciones ocurridas. Se accionan manualmente las canillas para dirigir los líquidos en las direcciones que corresponda. Es decir, si la cama fue utilizada recientemente y la biomezcla recibió un alto volumen de líquidos, se bombea desde la cámara de inspección hacia la pileta de almacenamiento. Si la biomezcla presenta valores de humedad por debajo del 60%, se activa el riego por goteo desde la pileta hacia la biomezcla.

Es importante destacar que se recomienda expresamente la automatización del sistema. Si bien esto implica un costo extra, facilita la operatividad del mismo al reducir las tareas en el uso y mantenimiento. Este aspecto adicional que suma el sistema, es una condición indispensable para que estas tecnologías sean fácilmente adoptadas por los productores o el personal a cargo de su manejo. No es lo mismo estar pendientes de abrir y cerrar canillas, lo que agrega una labor más al personal en su jornada de trabajo, a simplemente controlar que el sistema se encuentra funcionando correctamente.

Consideraciones finales

Este primer documento contempla los aspectos relacionados con el diseño, construcción y mantenimiento del modelo implementado en el INTA Ascasubi. Es importante recordar lo mencionado al principio: las camas biológicas son tecnologías “a medida”. La información que aquí se brinda orienta en los aspectos a tener en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre qué sistemas son los que mejor se adaptan a las condiciones particulares en cada establecimiento, región o situación a resolver. Es importante buscar asesoramiento antes de llevar adelante la inversión.

La cama biológica experimental y demostrativa del INTA Ascasubi se encuentra enmarcada y financiada por proyectos de investigación y extensión de INTA (PD I094 "Gestión ambiental de los agroquímicos: manejo, mitigación y remediación" y PT I057 "Plataforma de tecnología y conocimiento para la gestión integral de los fitosanitarios") UPSO-CERZOS CONICET-UNS y la Asociación Cooperadora del INTA Ascasubi.

Para ampliar esta información, se puede acceder a los videos introductorios de la temática en el canal de YouTube del INTA Ascasubi:



<https://youtu.be/EcHZ7IZPrjw?si=XDKq-idnZcuK7UxW>



<https://youtu.be/N2Zjb6T-9Q0?si=N0h4PjIINJoXZB8->

Otros links de interés:

[INTA_CIRN_InstitutodeFloricultura_Rubio_E-et-al_Que_son_las_camas_biologicas.pdf](#)

casafe.org/pdf/2020/Federico-Elorza-2020-CAMAS-BIOLOGICAS-Una-alternativa-sustentable-para-la-mitigacion-de-riesgos.pdf

[Manual_de_Canadá_A42-123-2018-eng\[1\].pdf](#)

Nota de las autoras:

Para la elaboración de este primer documento, se utilizó la información aportada por el Dr. Guillermo Tucac (CONICET –UPSO) participante fundamental desde el inicio en todo este desarrollo y colaborador con otros proyectos de INTA. Actualmente brinda su apoyo desde la empresa Agrobiobeds | www.agrobiobeds.com

Agradecemos especialmente a Julián Castillo por su esmerado esfuerzo y aportes al equipo de trabajo que hacen posible llevar adelante esta actividad.

Verónica Caracotche | Andrea Mairosser
Diciembre 2024 | INTA H. Ascasubi



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina

Estación Experimental
Agropecuaria
Hilario Ascasubi