

## Desarrollo de dispositivo para la elaboración de fertilizante orgánico tipo Bokashi

Una experiencia de co-diseño con las productoras de la federación rural en transición agroecológica

Development of a device for the production of Bokashi

A co-design experience with the producers of the Cooperative "Federación Rural para la Producción y el Arraigo" in agroecological transition.

MARIANO AGUYARO<sup>1 y 2</sup>  
mariano.aguyaro@gmail.com  
ORCID 0009-0002-4505-8639

PABLO UNGARO<sup>1 y 2</sup>  
ungaro2001@yahoo.com.ar  
ORCID 0009-0000-4977-3993

BETINA GALARZA<sup>1</sup>  
betinagal@hotmail.com  
ORCID 0009-0002-4622-8433

LAURA GARRO<sup>1</sup>  
mariagarro12@gmail.com  
ORCID 0009-0004-7211-4047

<sup>1</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Centro de Investigación y Tecnología del Cuero (CITEC)

<sup>2</sup>Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Artes, Laboratorio de Investigación y Desarrollo del Diseño Industrial (LIDDI)

Recibido: 30-09-2023

Aceptado: 14-02-2024

### RESUMEN

Este artículo describe un proyecto agroecológico de Economía Circular que promueve la cooperación de diversos actores, cuyo objetivo es generar un bioinputo con la utilización de residuos orgánicos priorizando mercados locales y contribuyendo al desarrollo sostenible e inclusivo. El proyecto se implementó en el cinturón hortícola platense, un sector que enfrenta desafíos debido al uso intensivo de agroquímicos que afectan la salud de consumidores y trabajadores. Para mitigar este problema, algunas productoras comenzaron a utilizar bioinputs, como el Bokashi, elaborado con restos de cosechas y otros componentes minerales y orgánicos.

Con financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación a través del Programa PAD, se co-diseñó un dispositivo para facilitar la producción de Bokashi, mejorando su desempeño, la ergonomía del trabajo y la calidad del compostaje. Este artefacto puede ser replicado por productoras locales, utilizando elementos estandarizados y herramientas manuales simples, siguiendo un tutorial de autoconstrucción. El proyecto incluyó visitas a unidades productivas, talleres de elaboración de Bokashi y el co-diseño de prototipos en conjunto con las trabajadoras. Tras probar y mejorar los dispositivos, se realizó un taller de autoconstrucción donde se produjeron cuatro artefactos, que fueron distribuidos entre grupos de mujeres cooperativistas para su evaluación y uso regular.

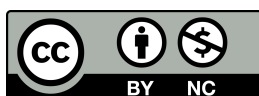
**PALABRAS CLAVE:** agroecología, Bokashi, co-diseño, dispositivo, auto construcción.

### ABSTRACT

This paper describes an agroecological Circular Economy project that promotes the cooperation of various actors with the aim of generating a bioinput using organic waste, prioritizing local markets, and contributing to sustainable and inclusive development. The project was implemented in the horticultural belt of La Plata, a sector facing challenges due to the intensive use of agrochemicals that affect the health of consumers and workers. To mitigate this problem, some producers began using bioinputs, such as Bokashi, made from crop residues and other mineral and organic components.

With funding from the Ministry of Science, Technology, and Innovation through the PAD Program, a device was co-designed to facilitate the production of Bokashi, improving its performance, work ergonomics, and compost quality. This device can be replicated by local producers using standardized elements and simple hand tools, following a self-construction tutorial. The project included visits to productive units, Bokashi production workshops, and the co-design of prototypes together with the workers. After testing and improving the devices, a self-construction workshop was held where four devices were produced, which were distributed among groups of cooperative women for their evaluation and regular use.

**KEYWORDS:** agroecology, Bokashi, co-design, device, self-construction.



**Cómo citar:** Aguyaro, M., Ungaro, P., Galarza, B. y Garro, L. (2024). Desarrollo de dispositivo para la elaboración de fertilizante orgánico tipo Bokashi. Una experiencia de co-diseño con las productoras de la federación rural en transición agroecológica. *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social*, 5, 041. <https://doi.org/10.24215/26838559e041>

### **Novedad u originalidad local en el conocimiento**

La técnica tradicional de preparación de bokashi<sup>1</sup>, consiste en ir depositando en capas los diferentes ingredientes que lo componen<sup>2</sup>, luego son mezclados con el uso de una pala, ayudando a que los microorganismos produzcan las reacciones aeróbicas para la obtención del bioinsumo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011). En este sentido la novedad del proyecto radica en que el dispositivo consiste en un tanque contenedor donde la mezcla de ingredientes se realiza mediante su movimiento giratorio. Este principio de funcionamiento reduce el esfuerzo implicado en la preparación a la vez que mejora los procesos metabólicos y reduce el tiempo de estabilización del compost.

El proyecto amplía el modo de entender el diseño en el territorio, ya que la intervención trasciende al artefacto y aporta a la construcción interdisciplinaria del conocimiento y promueve el empoderamiento social de saberes tecno productivos con perspectiva agroecológica. Otra particularidad del dispositivo es su fácil

el consumo local y regional. Debido al riesgo que representa para sí y sus familias el esquema productivo en base a agroquímicos, son las propias productoras quienes comenzaron con la “transición hacia la agroecología” canalizando su producción en mercados de cercanía (Molpeceres, 2022).

Sin embargo, el mercado no ofrece herramientas y tecnologías acordes a una modalidad productiva orientada hacia la “transición agroecológica”, modalidad que deviene de años de trabajo mancomunado entre agricultores, agentes del sistema científico tecnológico y organizaciones comunitarias. Este es el caso de la experiencia de desarrollo de la “bokashiera”, artefacto que se coloca en el centro de una articulación entre una organización cooperativa de trabajadores (Federación Rural, ex MTE Rural), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCyT), la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y el Laboratorio de Investigación y Desarrollo del Diseño Industrial de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de La Plata (LIDDI) financiado por el “Programa Asociativo de Diseño.

### **Grado de relevancia**

El modelo convencional de producción en Argentina es aquel que está orientado a la exportación, el cual se caracteriza por la creación de ecosistemas artificiales con un uso importante de agroquímicos entre otros insumos. Modelo muy rentable, pero con un impacto social y ambiental cuestionable (Sarandón, 2021). Paralelamente a la exportación, una parte importante de la producción del cinturón hortícola de La Plata está en manos agricultores familiares que apuntan a producir alimentos para

<sup>1</sup>Técnica japonesa (de compostaje) que significa "materia orgánica fermentada". Se aprovecha el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los componentes produciendo un abono

### **Grado de pertinencia**

La producción hortícola demanda la incorporación de nutrientes y microorganismos al suelo que se pierden durante el proceso de cosecha. En este sentido los fertilizantes son esenciales para la recomposición física, química y biológica de los suelos. Aunque existen diversos tipos de abonos orgánicos, el bokashi es uno de los más difundidos e implementados por parte de las productoras de la economía familiar del cinturón hortícola de La Plata. Esto se

biológico que permite la regeneración de la tierra en poco tiempo.

<sup>2</sup> (como residuos vegetales, minerales y estiércol para luego hidratarlos con levaduras activadas)

debe a que es un bioinsumo muy eficiente en lo que refiere a la fertilización del suelo y se obtiene de manera relativamente rápida, en relación a otros tipos de abonos orgánicos (mientras el compostaje puede demorar hasta tres meses) el bokashi demora 21 días aproximadamente con las técnicas tradicionales. Se precisa aproximadamente 1 metro cúbico de bokashi por hectárea, donde el promedio de las tierras cultivadas por parte de la agricultura familiar ronda entre  $\frac{1}{2}$  y 2 hectáreas. Mientras que mezclar con las técnicas tradicionales de paleo, implica trabajo pesado, la experiencia con el artefacto diseñado, demuestra más eficiencia, mejor postura laboral y mejora en el control en la calidad del bioinsumo y una disminución del tiempo de maduración.

### Grado de demanda

El proyecto se organizó a solicitud de la Cooperativa Agropecuaria “Unión de Productores Familiares Limitada” dentro de la Federación Rural para la Producción y el Arraigo (FRPA) que nuclea a familias productoras de hortalizas y frutas pertenecientes al Gran La Plata, Florencio Varela y Brandsen. La misma se encarga de la venta al por mayor y empaque de frutas, legumbres y hortalizas frescas que distribuye en sus puntos de venta propios y a través de una red comunitaria en relación con la Universidad Nacional de La Plata y otras organizaciones.

Dentro de sus actividades, cuenta con un programa para la capacitación hacia la transición agroecológica a cargo de profesionales de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP. Desde esta instancia convocaron a la CIC y al LIDDI a colaborar sumando proyectos de herramientas para esa escala y ética productiva. Desde la CIC y el LIDDI elevamos el proyecto al MinCyT para obtener financiación. La misma ya fue ejecutada y rendida según los protocolos vigentes en CyT. La

sinergia creativa entre la demanda, los agentes adoptantes y la oferta tecnológica (aun cuando ya no se cuenta con respaldo financiero), hizo que el proyecto siga su curso, con demandas en otras regiones del país.

### Desarrollo del producto

Para ilustrar desde que perspectiva encaramos el proyecto es interesante hacer la distinción entre agricultura ecológica o producción orgánica y agroecología. Mientras que la primera hace referencias a una serie de prácticas que procuran reducir el uso de agroquímicos preservando la biodiversidad del ecosistema produciendo alimentos más saludables, la agroecología es un concepto más amplio que también considera la agricultura desde una perspectiva social, económica y cultural. Es decir, la agroecología no es una mera práctica productiva, sino que es un enfoque científico interdisciplinario que se basa en la hibridación entre el conocimiento de la experiencia de productores y la metodología científica del ámbito académico.

Entonces, la agroecología se consolida como un paradigma que puede ser entendido como un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica, y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sostenibles (Sarandón, 2002).

De esta manera, el proyecto apunta a impulsar prácticas agrícolas que permitan utilizar los propios residuos de las producciones agrícolas para generar fertilizantes orgánicos que sean respetuosos con el medioambiente y con la salud de las personas. El aprovechamiento de estos

residuos para la fertilización de los suelos favorece la productividad en términos económicos ya que elimina la necesidad de utilizar productos químicos sintéticos adicionales, los cuales pueden ser muy nocivos para el suelo y la salud de las personas. De esta manera se busca propiciar el abandono del modelo lineal de producción de alimentos prevaleciente que consiste en extraer de la tierra, producir y desperdiciar, para pasar a una lógica circular de optimización de los recursos disponibles para favorecer a la recomposición natural de los suelos. Esto significa que los residuos no sean asociados directamente a desecho, sino que puedan emplearse como materias primas de nuevos procesos para el desarrollo de diferentes productos (en este caso fertilizantes).

Desde este marco conceptual nos propusimos fortalecer la perspectiva de género en el desarrollo de la producción hortícola agroecológica a nivel regional, a través del diseño comunitario de un dispositivo para facilitar la producción del bioinsumo "bokashi". La modalidad de co-diseño puede entenderse como una variante de la categoría de "diseño de animación socio cultural" (Ungaro, 2018). Simultáneamente acompañamos la producción del bioinsumo favoreciendo el empoderamiento y la autonomía de la mujer cooperativista horticultora del MTE Rural.

Consecuentemente buscamos aportar a la economía circular, disminuir costos económicos y ambientales y mejorar la calidad de los alimentos producidos generando instancias de profundización de saberes para la mejora de la calidad de vida de las familias productoras y de los alimentos producidos en el "cinturón hortícola platense. Este cinturón constituye uno de los polos de producción de alimentos para consumo interno más importantes de nuestro país, donde se observa un uso muy importante de agroquímicos y agro tóxicos que impactan no solamente en la salud de los consumidores sino, y

principalmente, en la de lxs trabajadorxs rurales y sus familias, siendo lxs niñxs lxs más vulnerables. Hemos comprobado, coincidiendo con la Comisión Interamericana de Mujeres (CIM) en que

Las mujeres rurales juegan un rol central en la movilización comunitaria en temas como la preservación de las tierras, la defensa de los recursos naturales y el cambio climático, con frecuencia a costo de sus propias vidas. Este trabajo de organización comunitaria se suma al trabajo productivo y reproductivo como una triple carga. (CIM, 2022, p. 91)

Observamos que en nuestra región son las mujeres las más interesadas en acercar sus producciones familiares hacia la transición agroecológica. Algunas mujeres de la Cooperativa MTE Rural (hoy "Federación Rural para la Producción y el Arraigo") comenzaron, con el acompañamiento de ingenieras agrónomas de la UNLP a producir bioinsumos del tipo "Bokashi". Este abono orgánico se obtiene de la descomposición aeróbica de residuos vegetales, minerales y estiércol acelerado con levaduras activadas. Los ingredientes que componen el "Bokashi" se van disponiendo en capas, se hidratan y durante un mes se van revolviendo diariamente con una pala ancha, para airear la mezcla y bajarle la temperatura a las reacciones aeróbicas que se producen por los microorganismos. Observamos que "el paleo" es un trabajo pesado que se suma a las tareas agrícolas, de cuidado y alimentación de las familias por parte de las mujeres.

Una vez estudiada esta problemática y participado en los talleres de producción de bokashi, se usaron estos talleres para generar instancias de diálogo con las productoras para establecer conjuntamente estrategias para que estas tareas sean más livianas. En estas jornadas se formularon partidos básicos para el diseño y se definieron conceptos claves para un artefacto que mejore los parámetros funcionales en la producción del bioinsumo:

- Que sea manual (ya que no llega la electricidad a todos los galpones de las quintas).
- Que se pueda fabricar en las propias quintas, con insumos y herramientas fáciles de conseguir en la zona.
- Que sean accesibles económicamente y no requiera de técnicos expertos.
- Fácil de reparar y que se pueda trasladar.

### Prototipos y artefacto final

Con estas ideas diseñamos y construimos un primer prototipo B1, prototipo que se experimentó en el laboratorio desde el punto de vista de su operatividad y uso, utilizando formulaciones propias y midiendo parámetros físicos, químicos y biológicos del bokashi en su fase de

elaboración y resultado final, como así también cuestiones relativas al desempeño técnico del artefacto experimental. Este prototipo se les facilitó a dos productoras que ya tenían experiencia en la producción del bokashi con el método de “paleo” (figura 1). Se realizó una capacitación y seguimiento para el uso del prototipo y se recogieron sugerencias y se discutieron ideas para mejorar el artefacto (figura 2). A partir de este intercambio creativo se construyó un segundo prototipo B2 y se sometió a los mismos ensayos y experimentaciones en laboratorio que no cumplió con las expectativas prácticas ni de calidad de producto final. A partir de esa experiencia se realizó el prototipo definitivo B3 (figura 3), y se generó la documentación técnica necesaria para la “autoconstrucción”. Generamos entonces un primer “Manual para la construcción de un dispositivo para realizar Bokashi”.



Figura 1. Preparación del Bokashi con métodos tradicionales. Preparación a escala en las capacitaciones que dictan desde la cooperativa.

Figure 1. Preparation of Bokashi with traditional methods. Preparation at scale in the training given by the cooperative.



Figura 2. Presentación del proyecto y preparación de bokashi en modelo de estudio.  
Figure 2. Presentation of the project and preparation of bokashi in a studio model.

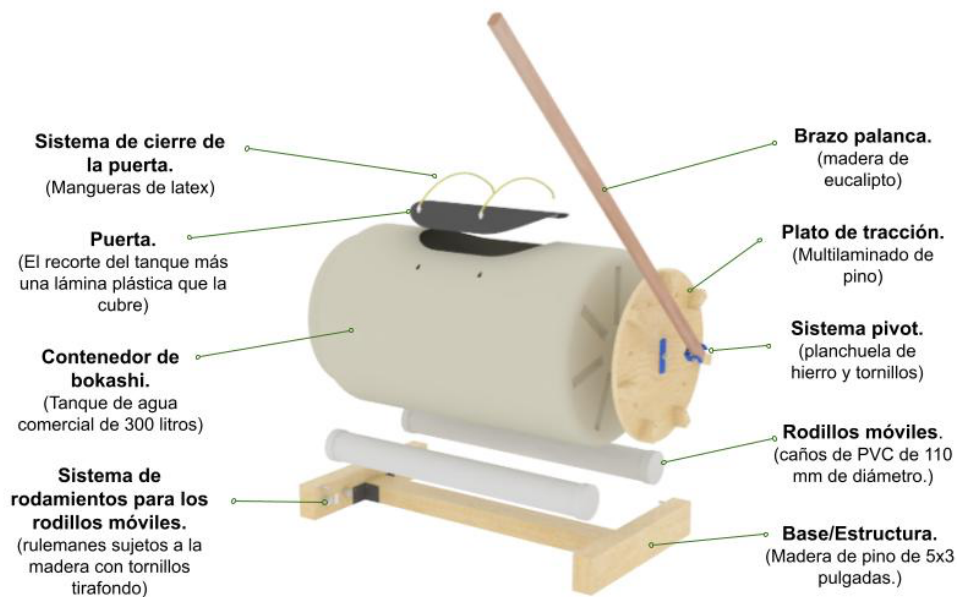


Figura 3. Diseño del dispositivo con los elementos que lo componen.  
 Figure 3. Design of the device with its component elements.

Dado que la naturaleza del proyecto radica en que el dispositivo pueda ser fabricado con elementos estandarizados y accesibles en la zona, en primer lugar, fue necesario buscar un tanque comercial en el que sus medidas y proporciones se adecuen a los requisitos de la elaboración del bokashi. No cualquier tipo de tanque es apto para contener el preparado ya que el proceso de fermentación es nocivo para muchos de los materiales con los que se fabrican los contenedores (los metales se oxidan y las maderas se pudren). Por estos motivos, se optó por un tanque de agua de 300 litros (114 milímetros de altura x 620 milímetros de diámetro) conocido comercialmente como “tricapa”. Se le practicó un corte en su cara principal con el objetivo de generar una apertura por donde verter los ingredientes. Al recorte resultante se le colocaron dos bisagras para conformar la puerta la cual se sujeta mediante dos mangueras de látex.

Para producir el mezclado de los ingredientes dentro del tanque se ideó un sistema de rodillos que al permitir que se apoye todo el largo de la pared del tanque

distribuyendo la carga longitudinalmente. Estos rodillos están conformados por caños de PVC de 110 milímetros de diámetro (los más utilizados para los desagües domiciliarios) que llevan en cada extremo una tapa de PVC (estandarizadas para este tipo de caño) que le otorga mayor resistencia en esa zona que es donde apoyan los rulemanes. Estos rodamientos se vinculan a unos laterales de madera mediante el uso de tornillos tirafondos y garantizan una buena fluidez en el giro de los rodillos. La estructura que soporta el sistema se compone por dos tirantes de madera de 5 x 3 pulgadas y de 650 milímetros de largo, comúnmente utilizados para la construcción de invernaderos. Estos son unidos por un tirante de madera de 3 x 4 pulgadas el cual se vinculan mediante ménsulas de hierro de 3 pulgadas y tornillos, de esta manera se estructura y se dimensiona la base sin recurrir a sistema de encastres complejos.

Por último, el tanque contenedor, en la cara opuesta al de la tapa, se le colocó una madera multilaminada de pino recortada de manera circular (Plato), que se

vincula mediante tornillos. A este plato se le adicionan una serie de recortes de la misma madera distribuidos radialmente que auspician como “topes” para la palanca. A su vez en el centro se dispone de una rótula hecha de planchuelas de hierro que permiten el giro de la palanca.

La particularidad de este diseño es que además de reducir el esfuerzo implicado en la elaboración del bokashi y poder fabricarse con elementos manuales de baja complejidad, su traslado es considerablemente sencillo. Esto se debe a que el sistema se compone por tres partes independientes entre sí. Esto es, por un lado, se encuentra la estructura, luego se colocan los rodillos sobre los rulemanes y por

último se posiciona el tanque, todo sin necesidad de vínculos mecánicos entre ellos

Una vez acordado y construido en prototipo final, se armó un manual para autoconstrucción con el que convocamos a la primera jornada del “Taller de Construcción de Bokashieras”, donde productoras y productores trabajaron mancomunadamente para la construcción de los artefactos (figura 4). Esta jornada sirvió para poner a punto y generar modificaciones en el propio manual a fin de que el mismo se comprenda mejor. Posteriormente se realizaron dos jornadas más donde se terminaron cuatro bokashieras que quedaron en manos de cuatro grupos de productoras para su uso intensivo (figura 5).



Figura 4. Taller de autoproducción de bokashieras. A la izquierda, el manual que se presentó en la jornada. La imagen del centro y derecha, corresponden a los diferentes grupos de productoras y productores trabajando en el armado de cada una de las partes que conforman el artefacto.  
 Figure 4. Bokashiera self-production workshop. On the left, the manual that was presented at the working day. The image in the center and right corresponds to different groups of producers working on the assembly of each of the parts that make up the artifact.



Figura 5. Serie de prototipos terminados en el marco de la jornada de taller de autoconstrucción.  
 Figure 5. Series of prototypes completed within the framework of the self-construction workshop day.

## **Organización de la experiencia**

La organización del proyecto se articuló a partir de 5 actividades que resumiremos aquí:

### **Actividad 1**

#### *Visitas a los núcleos productivos*

Se realizaron visitas a dos unidades productivas en transición agroecológica y se realizaron reuniones en el galpón de la Cooperativa del MTE Rural (hoy Federación Rural). Se tomó contacto con el territorio, difundiendo el proyecto, sus ventajas y posibles alcances. De esta manera activamos la convocatoria, y logramos el interés de las productoras sobre el proyecto.

### **Actividad 2**

#### *Talleres teórico-prácticos*

Como se mencionó precedentemente, el bokashi es uno de los fertilizantes más utilizados por las productoras de la agricultura familiar, ya que una de las mayores propiedades de este bioinsumo es su alto contenido en microorganismos: bacterias, hongos como actinomicetes necesarios para poder, a través de su metabolismo, hacer biodisponibles las fuentes de C, N, P, minerales y energía que las plantas necesitan para producir biomasa y realizar sus funciones biológicas. Además, constituye una alternativa sustentable para el reaprovechamiento de residuos orgánicos otorgándole al mismo tiempo valor agregado. (Galarza et al., 2023). Los ingredientes pueden variar según los restos de cosechas y estiércol de animales disponibles en cada región. En este caso, debido al tipo de producción que hay en la zona, la receta que utilizan las ingenieras agrónomas que están a cargo de estos cursos se compone por: chips de ramas, tierra del horizonte superficial, estiércol de caballo,

carbón triturado, afrecho de trigo, ceniza de madera, solución de 50 g de levadura activada (*Saccharomyces cerevisiae*) en agua de lluvia a 37°C.

Estos materiales se van depositando sucesivamente en capas e hidratando cada una de ellas con la levadura activada. Una vez que se llega al volumen requerido, mediante el uso de una pala se voltea la pila para airear la mezcla ayudando a que los microorganismos produzcan las reacciones aeróbicas para la fermentación de los ingredientes (Figura 1). Esta operación se repite cada 12 horas los primeros 3 días, y luego se mezcla cada 24 horas durante otros 15 días. Cabe destacar que durante el proceso de fermentación la actividad de los microorganismos puede generar temperaturas de entre 60 a 70 ° en la pila. Aspecto que es fundamental ya que la temperatura asegura el proceso de pasteurización para la inocuidad como bioinsumo y la correcta estabilización de la materia orgánica. Ahora bien, esta técnica de preparación está muy condicionada por la temperatura ambiente, ya que con bajas temperaturas es más difícil que el compost llegue a alcanzar la temperatura necesaria.

Se dictaron tres talleres de elaboración del bokashi donde se brindaron las nociones y fundamentos de la técnica, materiales necesarios y se elaboró in situ el bioinsumo con el uso de la bokashiera experimental. Se reinocularon las mezclas luego de la etapa termófila con hongos de suelo y queratinolíticos. Esta actividad nos permitió realizar acuerdos de co-diseño con las productoras. De esta manera contribuimos a concientizar sobre la importancia de los bioinsumos y de la autonomía en su producción y generamos acuerdos de co-diseño con las productoras.

La convocatoria a los talleres se extendió a estudiantes de agronomía y de la Escuela Agraria Alejandro Korn.



### **Actividad 3**

#### *Talleres teórico-prácticos de autoconstrucción de los prototipos*

Se elaboró el “Manual de Construcción” del dispositivo definitivo. Este manual se fue testeando para comprobar su eficacia y comprensión y se modificó de acuerdo a la interpretación de las productoras. Se llevaron a cabo tres talleres en el Galpón de la Cooperativa Unión de Productores Familiares Ltda. de la Federación Rural, a través de los cuales las productoras/es pudieron armar 4 equipos que fueron distribuidos de acuerdo a las distintas Asambleas que conforman la Federación Rural para la producción y el arraigo del periurbano platense. Se les facilitaron todos los materiales y herramientas para la construcción acompañados de la instancia pedagógica: lograr la materialización de los prototipos de acuerdo al manual de construcción y fomentar el trabajo en equipo y la cooperación entre las productoras. De esta manera se construyeron los artefactos en su totalidad; se utilizaron los distintos materiales, se ensamblaron las distintas partes y se adquirió destreza para el uso de las distintas herramientas.

Al finalizar la última reunión de trabajo se consensuó la distribución equitativa de los equipos en, función de la cercanía territorial de las distintas Asambleas y disponibilidad para el traslado.

### **Actividad 4**

Los talleres teórico-prácticos de la actividad 2 se complementaron con el seguimiento del proceso de maduración del bioinsumo a través de explicar el monitoreo de los parámetros evolutivos como temperatura, olor y color y toma de muestras para la evaluación en nuestro laboratorio. El aprendizaje del proceso evolutivo del bioinsumo para asegurar su correcta maduración y estabilización convierte a las propias productoras en trasmisoras de

conocimiento entre pares. Dicho de otra manera, en la realización de los bokashis se mostró experimentalmente la forma de tomar la temperatura, el intervalo de tiempo para hacerlo, las distintas variables a tener en cuenta y la toma de muestra a lo largo del tiempo. De esta manera se realizaron valiosas experiencias en la formulación del bioinsumo sumándole el “residuo pelo” (vacuno), residuo proteico no peligroso de la industria curtidora local rico en nitrógeno que es refractario a la degradación. Esta experiencia en la formulación abre una perspectiva muy interesante para intentar resolver dos problemas simultáneamente, la producción de un bioinsumo con mayor biodisponibilidad de nitrógeno y la valorización del residuo pelo cuya magnitud de generación constituye un problema en su disposición final.

### **Actividad 5**

#### *Determinaciones en Laboratorio I&D CI-TEC, monitoreo de los parámetros físico-químicos*

Se realizó el monitoreo de los parámetros físico-químicos de los bokashis producidos en las quintas de las productoras y en los distintos prototipos experimentales. Lo mismo respecto a la formulación experimental con la utilización del residuo pelo. A través de estas determinaciones pudimos asegurar la correcta estabilización de la materia orgánica compostada y se realizó la determinación de la materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, contenido de nitrógeno.

### **Actividad 6**

#### *Determinaciones en Laboratorio I&D CI-TEC: determinación del contenido final de microorganismos de los distintos Bokashis*

A partir de las muestras de la actividad 5 se determinaron en forma cuali y cuantitativa la composición microbiológica de los bokashis obtenidos. Se realizó la puesta a punto de las muestras de pelo

Se utilizaron técnicas de recuento por dilución en placa en distintos medios. Para la tipificación bacteriana se usó la Tinción de Gram. Tanto para bacterias como para eumicetes se realizó la observación macro y micromorfológica de las colonias. La determinación del grado de hidrólisis del residuo pelo fue monitoreada a través de la observación en Microscopio Electrónico de Barrido.

La incorporación del residuo pelo a la mezcla del bokashi generó un aumento de la biodisponibilidad del nitrógeno proteico de la fibra del pelo. Esta situación fue favorecida por la incorporación de hongos queratinolíticos degradadores de queratina. Esta biodegradación puede ser aprovechada para generar un bioinsumo aplicable a especies vegetales con alto requerimiento de nitrógeno, aumentando la generación de biomasa vegetal

### Ensayos realizados

Para corroborar la efectividad de este prototipo y evaluar si podía reproducir las condiciones adecuadas para la elaboración de bokashi, se realizó la experiencia de prepararlo adecuando la formulación al volumen del nuevo tanque<sup>3</sup>. La composición de la mezcla y los distintos materiales se fueron colocando en capas con el siguiente orden:

- Chips de ramas (36% v/v)

- Tierra del horizonte superficial (3,6% v/v)
- Cama de caballo (18,3 % v/v)
- Carbón triturado (11% v/v)
- Afrecho de trigo (9,5% v/v)
- Ceniza de madera (18,3% v/v)
- 3 l de una solución de 50 g de levadura activada (*Saccharomyces cerevisiae*) en agua de lluvia a 37°C entre cada capa de los distintos materiales.

El volumen total del preparado en la bokashera fue de  $\frac{2}{3}$  partes del volumen total del tambor. Esto permitió evaluar la resistencia mecánica de los componentes, su correcta manipulación, como así también, aspectos relacionados con la situación de uso en cada uno de los pasos involucrados en la preparación del bokashi. Esto es, la altura del dispositivo como el tamaño de la puerta para poder verter los ingredientes de forma cómoda, la disposición y tamaño del brazo de palanca para su correcto accionamiento, como así también la facilidad para disponer del compost resultante al final del proceso.

Por su parte, para asegurarnos la calidad del bioinsumo obtenido al prepararlo con esta técnica, durante el proceso de maduración del bokashi, se fue midiendo la evolución de la temperatura, que a las 12 hs ya había llegado a 65°, valor alrededor del cual se mantuvo durante 3 días consecutivos. Al final del proceso se determinaron los siguientes parámetros: materia orgánica, pH y conductividad eléctrica. Los diferentes ensayos demostraron que, al estar todos los ingredientes contenidos dentro del tambor, aumenta notablemente la actividad metabólica alcanzando la

<sup>3</sup> Cabe destacar que se trata de un proyecto interdisciplinario compuesto por tres Diseñadores Industriales (Ungaro, P., Aguyaro, M., y Perini, D.) una Doctora en Bioquímica (Galarza, B.) y una Doctora en Ciencias Veterinarias (Garro, L.). Entonces, mientras desde el punto de vista del Diseño Industrial se resolvieron los aspectos técnico productivo del artefacto, las doctoras Galarza y Garro

se encargaron de realizar todos los ensayos pertinentes al bokashi obtenido con este sistema. Las metodologías y resultados de los mismos fueron publicados en diversos congresos, algunos de los cuales se encuentran en las referencias bibliográficas.

temperatura correcta en menor tiempo y por ende se obtiene un compost maduro apto para su aplicación en menor tiempo (Galarza et al., 2021).

Efectuadas todas las evaluaciones pertinentes, este prototipo se lo facilitamos a una productora con experiencia en la preparación de bokashi con métodos tradicionales, para que lo utilice en el marco de sus tareas productivas cotidianas. Luego de un uso intensivo, nos manifestó estar muy conforme con el artefacto ya que facilitaba notablemente la preparación del bokashi. Sin embargo, nos realizó algunas sugerencias para mejorar la operatividad del mismo, ya que el modo en como ella lo prepara, difiere a como la habíamos contemplado en el laboratorio. Esto es, ir depositando los diferentes ingredientes desde una carretilla y con el uso de una pala, situación de uso que obligó a repensar el tamaño y disposición de la puerta. Entonces, a partir de esas consideraciones planteamos el diseño definitivo del artefacto para su posterior divulgación a productoras de la zona.

### **Productos alcanzados**

- Artefacto Bokashera
- Manual de autoconstrucción
- Bioinsumo bokashi
- Bioinsumo bokashi con pelo vacuno

### **Reflexión final**

La experiencia de co-diseñar con los agentes territoriales fue magnífica y alentadora y deja una puerta abierta para su necesaria continuidad a través del apoyo sostenido por parte de políticas públicas.

La utilización del residuo pelo sumó tareas que dejaron una valiosa experiencia que amerita un mayor desarrollo, tanto en laboratorio como en el territorio. La correcta utilización del residuo pelo se

observa la necesidad de un desarrollo de diseño experimental para alguna de las operaciones de lavado, secado y separación, como para que el mismo esté en condiciones de convertirse en un ingrediente del bokashi. Su incorporación se ve como una oportunidad de profundizar en las variables de su biodegradación, investigar y desarrollar el diseño para acondicionar este residuo para su utilización y la optimización de las condiciones de actuar como sustrato sólido para el crecimiento de especies fúngicas queratinolíticas.

Creemos que la realización de este proyecto, resuelto de manera exitosa, abrió nuevas perspectivas de diseño y marcó un camino que sería relevante apuntalar en el futuro cercano. Es de destacar que la perspectiva de género propuesta en la formulación del proyecto ha sido nodal en el éxito del mismo ya que son las propias mujeres agricultoras las que, aun sumando tareas (que logramos morigerar con el artefacto "bokashera"), dan impulso a prácticas agroecológicas (pensando en la salud de lxs niñxs y las familias) y empujan a los varones a incluirse en las mismas, tal como pudimos observar en la práctica de los talleres.

### **Referencias bibliográficas**

- Comisión Interamericana de Mujeres. (2022). *Las mujeres rurales, la agricultura y el desarrollo sostenible en las Américas en tiempos de COVID-19*. OAS-CIM. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1599134/>
- Dirección Nacional de Agroecología. (2022). *Marco conceptual de la Agroecología*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía Argentina.
- Galarza B., Garro L., Aguyaro M., González V., Tello A., Andacaba M., Cruz S., Perini D., Vassilof, I. y Ungaro P. (2022). Diseño y desarrollo del compostaje Bokashi con perspectiva de género para productoras del MTE rural en transición

- agroecológica. En G. Barrientos Matamos y M. Zuniga Escobar (Eds.), *Memoria del IX Congreso Latinoamericano de Agroecología: diversidad biocultural para la salud de las comunidades y los ecosistemas* (pp. 371-375). Universidad de Costa Rica.
- Galarza, B., Garro L., Gortari C. y Hours R. (2021). Producción y Aplicación de Compost con Alto Contenido de Nitrógeno Proveniente de un Residuo Orgánico Queratínico. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4 (4). <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n4-010>
- Galarza, B., González, V., Tello, A., Cruz, S., Andacaba, M., Ungaro, P., Aguyaro, M., Garro, M. L., Vasiloff, I. y Perini, D. (28 de octubre de 2022). Diseño y desarrollo del compostaje Bokashi con perspectiva de género para productoras del MTE rural en transición agroecológica [Ponencia]. *I Jornadas de Economía Popular, Social y Solidaria, I Encuentro Regional de Emprendimientos Sociolaborales*. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. <https://se-dici.unlp.edu.ar/handle/10915/154661>
- Molpeceres, C. (2022). Políticas públicas y sistemas agroalimentarios en argentina: entre agroquímicos y agroecología (1990–2020). *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 21, 74-99. <https://doi.org/10.17141/eutopia.21.2022.5285>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). Elaboración y uso del bocashi. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), Programa especial para la seguridad alimentaria y Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Peyloubet, P. Cejas, N., Di Bernardo, Á., Fenoglio, V., Barrionuevo, L., Valladares, G. y Martina, E. (2012). Contribuciones a una perspectiva interactoral de co-construcción de conocimiento para el desarrollo de tecnología social. En P. Peyloubet (Comp.), *Co-construcción interactoral del conocimiento* (pp. 23-32). Nobuko.
- Sarandón, S. (2021). Agroecología: una revolución del pensamiento en las ciencias agrarias. *Ciencia, Tecnología y Política*, 4 (6), 055. <https://doi.org/10.24215/26183188e055>
- Sarandón, S. (2002). La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde. En S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 23-48). Ediciones Científicas Americanas.
- Ungaro, P. (2018). Cambalache: diseño, identidad y cuero. En P. Bianchi y M. Sanguineti (Comps.), *Hecho en Argentina. Reflexiones en torno a las identidades del diseño industrial local* (pp. 137-153). UnRaf.