

USO DE *BOCASHI* EN AGROECOSISTEMAS FAMILIARES DE PRODUCCIÓN DE FRUTILLAS EN CONDICIONES DE SEMIARIDEZ

M.E. Barrionuevo^{1*}, L.B. Flores², M. C. Dussí²

¹Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región Patagonia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ruta 22 s/n. Plottier, Neuquén. Argentina.

²Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue. Ruta 151. Cinco Saltos, Río Negro. Argentina.

*Corresponding author: barrionuevo.myrian@inta.gob.ar

<https://doi.org/10.59187/revistaagroecologia.v16i1.31>

Resumen

En el valle inferior del río Limay, Patagonia Argentina el contenido de materia orgánica de los suelos condiciona la producción, todos los años deben incorporarse materiales de diversos orígenes para mantener la fertilidad de los mismos. El presente estudio evalúa la aplicación de *bocashi* en un cultivo implantado de frutillas (*Fragaria x ananassa* Duch.). Para ello, con un grupo de agricultoras se elaboró un listado de materiales disponibles en la zona y se preparó una receta que fue aplicada a través del sistema de riego por goteo. Paralelamente se realizó un presupuesto del tiempo empleado en cada actividad. Los resultados indican que es posible elaborar *bocashi* equiparable a un compost de buena calidad; asimismo, aplicándolo de manera líquida se observó aumento en el rendimiento del cultivo. El trabajo en conjunto con las agricultoras permitió profundizar en la importancia del aporte de materia orgánica y las técnicas de preparación de *bocashi*.

Palabras clave: agricultoras, agricultura familiar, enmiendas orgánicas.

Abstract

In the lower valley of the Limay River, Patagonia Argentina, the organic matter content of the soils affects production; every year materials from different origins must be incorporated to maintain their fertility. This study evaluates the application of *Bokashi* in an implanted strawberry crop (*Fragaria x ananassa* Duch.). For this, with a group of women farmers, we drew up a list of materials available in the area and prepared a recipe that was applied through the drip irrigation system, at the same time, we made a budget for the time dedicated to the activity. The results indicate that it is possible to produce *Bokashi* comparable to a good quality compost; likewise, applying it in a liquid way, an increase in crop yield was observed. The work with women farmers allowed us to deepen the importance of the contribution of organic matter and *bokashi* techniques.

Key words: family farming, organic amendments, women farmers.

Introducción

En el valle inferior del río Limay, al norte de la Patagonia argentina, los suelos naturalmente poseen bajos contenidos de materia orgánica (1 a 2%); por esta razón, cada año se incorporan diversos materiales para mantener e incrementar la fertilidad física, química y biológica de los mismos. Debido a esto, existe un movimiento de nutrientes que traspasa los límites prediales estableciéndose una complementación entre los sistemas ganaderos, agrícolas y agroindustriales de la región (Barrionuevo et al. 2018).

En la provincia de Neuquén, desde fines de la década del 90 se impulsa la producción de frutas finas a través del Plan Productivo Provincial (Ley N° 2669/08). En la actualidad, el cultivo predominante es el de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) con aproximadamente 60 ha concentradas casi exclusivamente, en el área rural

de la ciudad de Plottier. De esta producción, alrededor del 89% está en manos de agricultores y agricultoras familiares, mientras que el 10% restante corresponde a empresas. Las parcelas, en su mayoría arrendadas, son de pequeñas dimensiones, que van desde 0,25 a 6 ha, y cuentan con acceso al sistema de riego y drenaje del río Limay, además de perforaciones para asegurar el suministro de agua durante todo el invierno o para regar a áreas no incluidas en el sistema mencionado.

A nivel nacional, se propone la técnica del compostaje como método para el tratamiento de estiércoles y otros subproductos de las actividades agrícolas, ganaderas y agroindustriales que se incorporen a los suelos para la producción de alimentos. En este contexto, la normativa referida a la protección de la salud humana considera esta práctica dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en los sistemas de producción de frutas y hortalizas con destino al consumo en fresco.

La Resolución conjunta 5/2018 define a las BPA como “las prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios”. Así mismo, en el artículo referido a los fertilizantes y enmiendas establece que “los fertilizantes orgánicos y/o enmiendas orgánicas producidos por el responsable de la producción primaria, deben someterse a tratamiento, compostado u otros que minimicen el riesgo sanitario”. Sin embargo, para las familias de pequeños agricultores/as, la elaboración de compost a mediana y gran escala enfrenta una serie de limitaciones, como el escaso nivel de capitalización para contratar maquinarias o personal calificado para ejecutar las tareas manualmente; los elevados costos de transporte de materiales; el desconocimiento de los procesos de compostaje; y los prejuicios respecto a los diferentes tipos de estiércoles, entre otros factores (Ejarque *et al.* 2019).

El reciclaje e incorporación de materia orgánica es uno de los principios de la agroecología ya que permite restituir nutrientes al suelo y conservar su biodiversidad (Dussi & Flores, 2018; Dussi *et al.* 2020). Con este enfoque, junto a un grupo de agricultoras se revisaron diferentes técnicas de preparación de enmiendas, como resultado de este proceso se seleccionó el *bocashi*, una variante del compostaje adaptada por Terugo Higa de los agricultores japoneses (Bueno, 2004) para realizar una experiencia de fertirriego en el cultivo de frutillas.

La elaboración de *bocashi* es una tecnología ha experimentado adaptaciones locales en diferentes regiones de Latinoamérica y el Caribe, dependiendo de las materias primas disponibles para alcanzar una relación adecuada de carbono nitrógeno (C/N), las características específicas de cada suelo, los requerimientos nutricionales de los cultivos predominantes, el conocimiento tradicional de las familias agricultoras, el acceso a información e interacción con agentes del sistema científico tecnológico del lugar. De manera tal que la diversidad de recetas es tan amplia como los elaboradores de *bocashi*.

En este estudio, la elección de la tecnología se basó en las necesidades del cultivo de frutillas, las prácticas de fertilización desarrolladas por las agricultoras del programa de frutas finas provincial, el tipo de suelo y la mano de obra disponible en las parcelas de las participantes del ensayo. Se comparó la preparación y aplicación de *bocashi* con el estercolado con gallinaza que es la práctica más habitual en la región y con la elaboración y distribución de compost.

Tras el intercambio con las agricultoras, se seleccionó la elaboración de *bocashi* porque requiere menos horas de trabajo, un menor volumen de materiales y menos espacio para la fabricación y almacenaje. Además, el tiempo necesario para obtener el producto final es de 15 a 21 días, mientras que el compostaje tradicional, en esta región, puede tardar alrededor de seis meses, dependiendo del tipo de manejo y materiales empleados (Tognetti *et al.* 2005; Mazzarino & Satti, 2012). Sumado a esto, en condiciones de campo el *bocashi* alcanza

temperatura adecuadas para higienizar los materiales, cumpliendo con los requisitos establecidos por la normativa nacional de compostaje, es decir, 15 días por encima de 55°C (SENASA, 2019).

A los efectos de este estudio, y considerando la receta y forma de preparación local se define como *bocashi* a una enmienda orgánica que se obtiene a partir de la descomposición aeróbica de restos vegetales y animales provenientes de la producción agrícola, ganadera y agroindustrial. Esta enmienda, aporta nutrientes y microorganismos necesarios para estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos como también contribuye al mejoramiento de estructura del suelo. Al igual que el compost su efecto en el suelo es acumulativo (Infante, 2011; Quiros & Céspedes, 2019) y puede aplicarse de manera sólida o líquida. Esta última forma denominada en la literatura como extracto acuoso, te o té aireado se obtiene a partir de la maceración de la enmienda en agua con aireación manual o forzada durante al menos 3 días. De esta manera, se obtiene una solución nutritiva rica en nutrientes y micrororganismos que al igual que el “te” de compost aporta nutrientes y tiene un efecto supresor de enfermedades (Scheuerell & Mahaffee, 2002; Ingham, 2005).

Las materias primas utilizadas para la elaboración del *bocashi* finamente picadas se pilan en capas alternadas y mezclan muy bien, se humedecen y mediante volteos se regula la temperatura para que supere los 55 °C durante al menos 15 días. Así, se asegura el saneamiento del material ya que se eliminan patógenos como *Salmonella* sp. y *Escherichia coli*. Al igual que en el compostaje tradicional, la temperatura se puede regular con el volteo de las pilas. Además, variar su altura para aumentar o disminuir la superficie expuesta a las condiciones ambientales permite ejercer mayor control térmico en pequeños volúmenes, inclusive si se utilizan herramientas manuales (Dibella *et al.* 2021).

Al cabo de 15 días se enfría y seca para envasarlo de esta forma la baja humedad detiene el proceso de degradación. Además, a medida que desciende la humedad, en la pila aparecen micelios de hongos que le darán el color ceniciento característico. El producto resultante de este proceso podría considerarse un compost inmaduro ya que al humedecerse estimula la actividad biológica y se incrementa la temperatura afectando a las plantas o las semillas (Soto & Meléndez, 2004). Si bien esta enmienda es reconocida y ampliamente utilizada en otras regiones de Latinoamérica resulta novedosa en ambientes como los del norte de la Patagonia donde es necesario ajustar el procedimiento empleando insumos locales atendiendo a la normativa vigente en materia de sanidad e inocuidad y las condiciones de aridez de la región.

El objetivo de este estudio fue evaluar, junto a las agricultoras frutilleras, la práctica de elaboración de *bocashi* como tecnología innovadora. Para ello, se utilizaron materiales locales, se caracterizó el producto física y químicamente y se analizó su efecto en el cultivo de frutillas a lo largo de un ciclo productivo (2019-2020).

Metodología

El estudio se desarrolló en parcelas ubicadas en el área rural del municipio de Plottier (38° 57' 8" Sur, 68° 13' 37" Oeste), sobre la margen izquierda del río Limay, provincia de Neuquén al norte de la Patagonia en Argentina. El ensayo comenzó en febrero de 2019 y terminó en abril del 2020. En esta región de la Patagonia el clima es desértico frío con verano cálido, definido por una temperatura media anual de 14 °C y una precipitación anual de 182,6 mm, que se presenta principalmente en otoño e invierno (mayo a septiembre), manifestándose un déficit hídrico en la época estival. Los suelos predominantes pertenecen al orden Entisoles, son *Torriorthents* típicos con bajo contenido de materia orgánica (inferior al 1%), texturas que varían entre arenosa y franca arenosa, presencia de carbonatos y sales solubles en los horizontes subsuperficiales, poseen buen drenaje y son profundos (Ferrer *et al.* 1990).

El agroecosistema del estudio lo integran 3 subsistemas familiares: el de la propietaria de la parcela y 2 familias arrendatarias pertenecientes a la comunidad boliviana dedicadas a la producción de frutillas. Las frutilleras, arriendan una fracción de tierra de 1 ha con suministro de agua por canal del sistema proveniente del río Limay. Al comienzo de la experiencia, en el año 2019, cada familia destina 0,5 ha a la producción de frutillas para el mercado local, regional y agroindustria; además, siembran hortalizas variadas en la superficie restante para el autoconsumo y venta de los excedentes. Una de ellas maneja la parcela de manera convencional y la otra (Candelaria) incorpora prácticas agroecológicas para reducir la compra de insumos de síntesis química. Ambos sistemas son parte de una superficie de 5 ha en total, perteneciente a Ruth otra agricultora, migrante de Chile a principios de los años 80, que vive en el lugar de manera permanente con su familia. El predio se ubica al pie de la meseta y posee 1 ha con vegetación natural. Se trata de una estepa arbustiva perteneciente a la provincia fitogeográfica del Monte, constituida por comunidades de especies nativas del género *Larrea*, *Atriplex* y *Prosopis* entre otras (Cabrera, 1976). Este sector del predio es aprovechado para el pastoreo de algunos rumiantes menores sumado a 1 ha bajo riego donde cultiva hortalizas y frutas para el consumo en fresco y elaboración de conservas. El manejo del sistema, con alta diversidad de cultivos distribuidos en pequeñas huertas alrededor de la vivienda son característicos de los huertos campesinos de la zona de Temuco en Chile (Barrionuevo & Preda, 2022). Así en toda la parcela se observan cercos vivos con frutales variados, arbustos medicinales, árboles como cortina rompe vientos y pequeños montes leñeros.

En los tres casos la mano de obra es familiar aportada principalmente por las mujeres y complementada por otros miembros de la familia o contratos temporales para tareas específicas como la plantación y cosecha.

El trabajo con las agricultoras. Investigación participativa.

En la interacción entre las agricultoras frutilleras y el equipo técnico, la experiencia de Ruth fue clave como facilitadora en el proceso de innovación. Ruth conoce y

comparte conocimientos de agroecología y aspira que las inquilinas no utilicen agroquímicos para el control de insectos, ácaros y vegetación espontánea. Además, facilita el espacio de intercambio y capacitación a otros agricultores de la localidad para las prácticas de elaboración de *bocashi* con la guía y acompañamiento del equipo técnico.

Por su parte Candelaria, una de las inquilinas, tenía poca experiencia en el cultivo de frutillas y deseaba aprender sobre técnicas que requieran menos cantidad de insumos externos y tengan un costo menor. Ella tuvo a su cargo la convocatoria para participar de la experiencia que posteriormente se amplió a otras familias mediante el boca a boca.

La mayoría de las participantes en las actividades propuestas inicialmente fueron mujeres jóvenes con niños pequeños a cargo, ya que, pasada la época de la cosecha, los maridos se dedicaban a la construcción. Algunas de ellas, llevaban pocos años de residencia en el país y enfrentan dificultades para comprender el español hablado en Argentina, por lo que Candelaria traducía las conversaciones al quechua cuando la situación lo requería.

Para alcanzar los objetivos del estudio, se adoptó un marco metodológico basado en la participación y el aprendizaje en la práctica. Para ello, se seleccionaron técnicas que facilitaran el proceso educativo, considerando las características agroecológicas de la zona y el perfil socioeconómico de las participantes: agricultoras de la comunidad boliviana (Casado & Mielgo, 2007; Vázquez, 2008; Gelfius, 2009).

En primer lugar, se realizó con las agricultoras una visita a la chacra (nombre con el que se denomina localmente a la unidad productiva) Ruth comentó la historia de cada cuadro. El recorrido incluyó canales, alamedas, cercos vivos y monte nativo para conocer y reconocer las especies vegetales y animales presentes en él. Se registraron sus posibles aportes a la elaboración de *bocashi* e identificaron lugares para recolectar hojarasca en descomposición, mantillo de leguminosas, residuos de la limpieza de los hormigueros de las hormigas cortadoras, estiércoles y fuentes de agua. Con esta información se realizó un inventario de materiales disponibles el que se completó con otros materiales existentes en un radio de 10 km. Esta distancia se tomó en base al costo de traslado que definen los transportistas locales, ya que superada esa distancia cambia el valor del acarreo.

El contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, carbono y la relación C/N de los materiales se tomaron de la bibliografía específica y se sistematizaron en una tabla que sirvió de referencia para definir las posibles mezclas para producir *bocashi*.

En los meses de agosto y noviembre se preparó *bocashi* en un cobertizo, utilizando para ello una receta creada en base al listado de materiales locales. Cuando se armaron las pilas, el riego se realizó con agua del canal (proveniente del río Limay) hasta alcanzar aproximadamente el 50 % de humedad medida con la prueba del puño cerrado (Román *et al.* 2013). Se registró la temperatura dos veces al día con termómetro para compost, a las 10 a.m.

y 4 p.m. durante 15 días, removiendo la pila luego de cada medición. El registro fotográfico de la temperatura registrada por el termómetro para compost era compartido diariamente con el equipo técnico y participantes del grupo de WhatsApp armado para comunicar novedades y realizar aportes o consultas. Para la determinación de las características físicas y químicas del *bocashi* se tomó una muestra compuesta y se analizó en el laboratorio. Se determinó pH en agua, conductividad eléctrica, densidad aparente, porcentaje de humedad, nitrógeno, fósforo, potasio, carbono y materia orgánica y la relación C/N. La metodología utilizada para los análisis de enmiendas orgánicas corresponde al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (US Composting Council, 2002) realizada en el Laboratorio de Servicios Agrarios y Forestales (LASAF) de la provincia de Neuquén.

Los resultados se compararon con los valores límites que establece la norma legal para compostaje de la Argentina (SCyMA y SENASA, 2019).

De manera simultánea se realizó un registro del tiempo empleado en cada tarea para determinar el número de jornales empleados por las agricultoras en la producción de 1m³ de *bocashi*.

Para evaluar el *bocashi* en el cultivo de frutillas se realizaron aplicaciones semanales de una solución nutritiva 10% v/v lograda a partir *bocashi* y agua. Esta solución, a la que se denominó "*bocashi* líquido", se preparó en un depósito de 200 litros donde se emplearon 20 litros de *bocashi* y 180 litros de agua que se airearon manualmente 15 minutos dos a tres veces por día durante 3 días. Luego se procedió al filtrado de la solución y se incorporó

semanalmente a través de un inyector Venturi al sistema de riego por goteo, en una parcela de 0.25 ha de superficie con plantas de frutillas de 2 años de la variedad Albión.

En el área de estudio, las plantas se encuentran en una platabanda o camellón de forma trapezoidal de 0.7 a 0.8 m de base, 0.6 a 0.7 m en la parte superior, 0.3 a 0.4 m de altura y una longitud entre 80 a 100 m dotadas con 2 líneas de riego por goteo superficial y cobertura plástica; con 0.5 m de pasillo entre cada estructura de plantación donde se colocan las plantas en dos hileras separadas 0.3 m y un distanciamiento entre plantas de 0.3 a 0.4 m ubicadas a tres bolillos, lo que determina una densidad de aproximadamente 50.000 plantas/hectárea (Figura 1).

Registros, observación y análisis participativos

La evaluación de los resultados de la aplicación en el cultivo fue de tipo apreciativa, con observaciones semanales para registrar los cambios en el estado general de las plantas y los frutos en los camellones tratados en comparación con los no tratados.

Se consideraron parámetros sugeridos por las propias agricultoras, como el color y aspecto de las hojas, la altura de la planta y el rendimiento, calculado en función del número de cajas de 3 kg cosechadas para la venta. La evaluación también tomó en cuenta la experiencia de las agricultoras con los comercializadores locales, dado que las frutas de mejor calidad se comercializan en cajas de cartón de 3 kg para el mercado de consumo fresco, obteniendo un mejor precio que aquellas de menor tamaño,



Figura 1: Estructura de plantación de un cultivo de frutillas de la variedad Albión representativa del área rural de Plottier, Neuquén. Argentina. 2019.

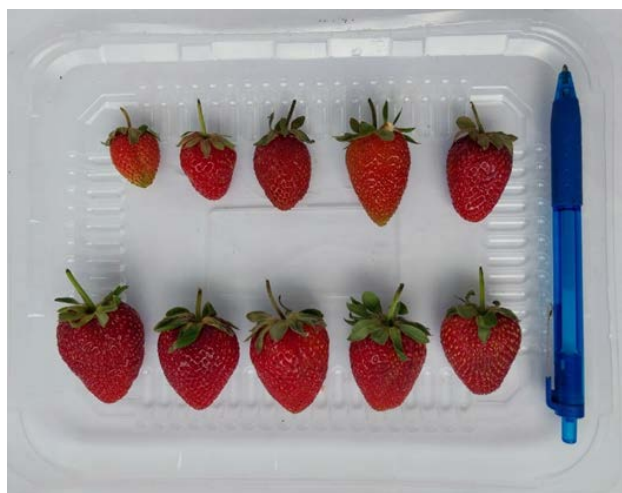


Figura 2: Clasificación de los frutos por tamaño, de acuerdo a los criterios de las productoras. 2019.

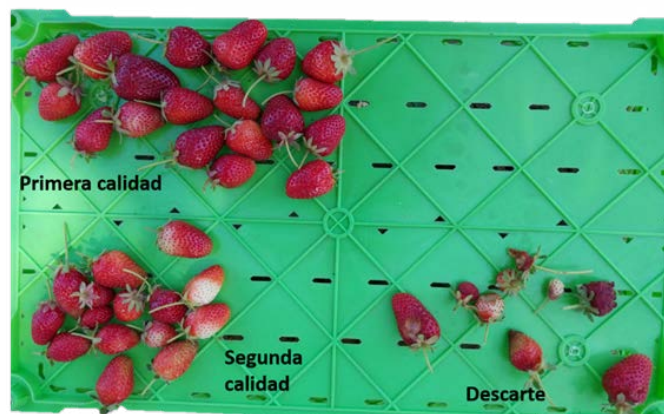


Figura 3: Ejemplo de clasificación de frutillas en el campo durante la cosecha. 2019.

deformes o con poca coloración que se destinan para la industria del congelado o dulcerías. (Figuras 2 y 3).

Resultados y discusión

Elaboración de un inventario de materiales locales.

Los materiales disponibles para la preparación de enmiendas orgánicas presentes en el predio y en un radio de 10 km se presentan en la Tabla 1, fueron el resultado de recorridos por la chacra, averiguaciones y gestiones durante los meses de otoño e invierno (abril a agosto) cuando las agricultoras disponían de tiempo para asistir a eventos de tipo social y productivo.

De acuerdo al testimonio de las frutilleras, el estiércol de gallinas y las camas de pollos parrilleros eran los materiales orgánicos más utilizados por los agricultores

de la zona; sin embargo, producto de un relevamiento de biomasa realizados por equipo técnico en el año 2019 se amplió y enriqueció la lista de insumos (Ejarque *et al.* 2019).

Preparación del bocashi: definición de la receta y control del proceso.

El *bocashi* se preparó con los siguientes insumos y proporciones: 2 unidades de gallinaza compostada, 1 de carbón vegetal molido, 1 de hojarasca, 2 de bagazo de cerveza y 1 de semitín (subproducto de la molienda de trigo). La selección de estos materiales se basó en criterios de calidad (relación C/N, color y olor adecuados, buena estructura y ausencia de elementos extraños), disponibilidad, proximidad y costo.

Siguiendo la consigna “si es un residuo, no se paga por él”, se consiguieron dos insumos clave para la

Tabla 1. Materiales de origen animal, agrícola y agroindustrial disponibles en el valle inferior del Limay y su contenido estimado de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), carbono y relación C/N.

Material	% N	% P	% K	% C	C/N
Guano de gallina/pollo	1,4 - 2,0	2,0 - 2,8	1,4	28,0 - 35,0	19:1
Estiércol bovino	0,3 - 2,0	0,1 - 1,5	0,1	17,4 - 40,6	25:1
Estiércol caprino	1,0 - 2,0	0,2 - 1,5	2,3	35,0 - 50,0	40:1
Estiércol ovino	0,3 - 0,6	0,3 - 1,0	0,15	35,0 - 46,0	35:1
Cama de cerdo	0,3 - 0,5	0,2	0,6	20,0 - 22,0	45:1
Carbón molido	----	----	----	>50	50:1
Hojarasca	1,0	0,3	0,2	35,0 - 40,0	40:1
Bagazo de cerveza	1,5	0,04	----	45,6	29:1
Orujo de manzana	0,3	0,06	0,7	8,6	30:1
Semitín de trigo	1,9			36,9	18:1

Fuente: Varnero, 2011; Orden & Ahualli, 2018; Zhou *et al.*, 2018; Bartucci *et al.* 2019.

elaboración de *bocashi*: bagazo de cerveza, proveniente de una fábrica de cerveza artesanal, y carbón molido, suministrado por una distribuidora mayorista de carbón. Ambos presentan una relación C/N elevada, lo que los convierte en una alternativa valiosa para las regiones áridas donde la disponibilidad del material vegetal para complementar los residuos ganaderos es limitada.

El ajuste de la receta a las condiciones locales requirió la eliminación de ciertos insumos como leche o yogurt, levadura, melaza, azúcar y miel. En su lugar, se incorporó bagazo de cerveza, un ingrediente rico en levadura, fibras y proteínas. Asimismo, debido a las características de los suelos de zonas áridas -pobres en materia orgánica, con escasa capacidad de retención de agua y pH elevado-, se evitó el uso de carbonato de calcio o cal agrícola para regular la acidez, como sugieren algunos autores para climas más cálidos y húmedos como los de Brasil o Centro América (Restrepo, 2001). Esto se debe a que, en zonas áridas y semiáridas, los suelos naturalmente poseen una alta concentración de esta sal (Ferrer *et al.* 2006). También se descartó el uso de ceniza, ya que puede alcalinizar la mezcla, inmovilizar nutrientes y afectar la actividad microbiana (Solla-Gullón *et al.* 2001). Por otro lado, Ramos Agüero y Terry Alfonso (2014) destacan que la composición del *bocashi* varía según los recursos disponibles en las comunidades y que el suelo nunca debe faltar como componente de la mezcla, sin embargo, en este caso, se optó por reemplazarlo con hojarasca de las alamedas y canales, donde se encuentra gran cantidad de hongos, bacterias y levaduras responsables de la descomposición de la materia

orgánica (González & Gallardo, 1982). Esta decisión permitió evitar el uso de suelo arenoso que aumenta la densidad de la mezcla y dificulta las operaciones de mezclado de la pila y filtrado posterior de la solución.

El tiempo para la elaboración de *bocashi* depende de la temperatura ambiente, en el norte de la Patagonia, las temperaturas de los meses de invierno ralentizan el proceso. Sin embargo, durante la mayor parte del año, las temperaturas serán adecuadas para favorecer la actividad microbiana. En Plottier, la temperatura media del mes de agosto es de 8.3 °C, por ello es necesario realizar la preparación bajo techo o en un sitio protegido del frío y el viento, ya que las condiciones naturales no son óptimas para iniciar el proceso de descomposición, especialmente cuando el volumen de la mezcla es reducido y no alcanza la masa crítica para generar temperaturas internas lo suficientemente altas. En noviembre, aunque la temperatura media es de 19,5 °C, aún existe la probabilidad de heladas tardías durante la noche, lo que genera descensos bruscos en la temperatura del *bocashi*. De esta manera en agosto el *bocashi* estuvo terminado y listo para envasar a los 21 días en tanto que en noviembre a los 16.

La temperatura promedio de la mezcla durante los 15 días previos al envasado fue de 56.5 °C en agosto y 62.1 °C en noviembre. En agosto, la temperatura superó los 55°C a partir del día 6, mientras que en noviembre se alcanzó este umbral el día 2. En la Figura 4 se muestra la evolución de las temperaturas del *bocashi* realizado en un cobertizo con piso de ladrillos durante los meses de agosto y noviembre respectivamente.

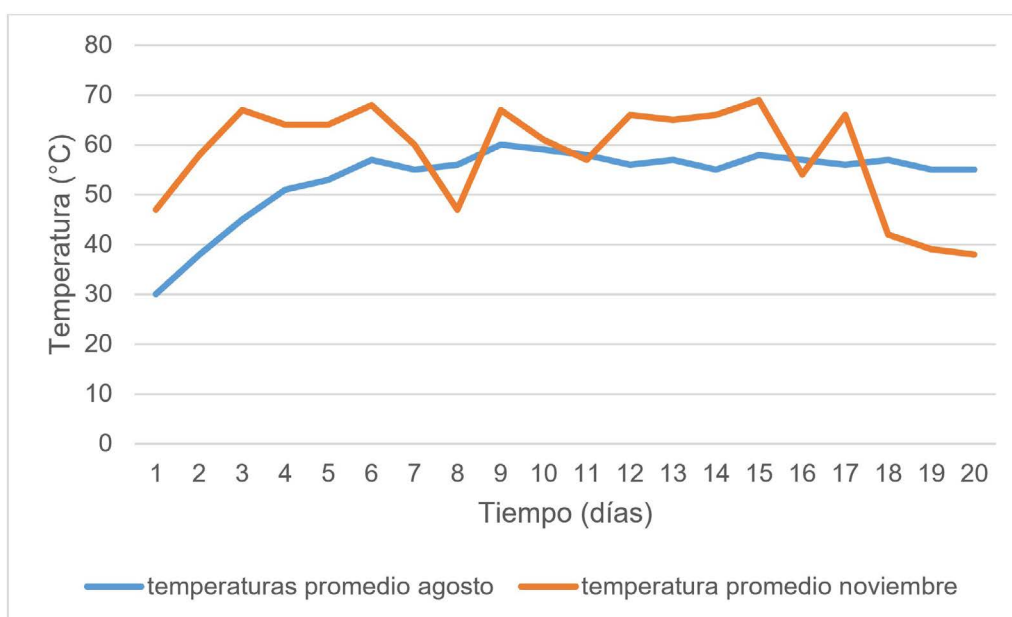


Figura 4: Evolución de la temperatura del *bocashi* en agosto y noviembre 2019. Fuente: Elaboración propia a partir de los registros de campo tomados por las agricultoras.

Al respecto y luego de ver la evolución de la temperatura Ruth comenta:

"Hubo un día que la temperatura subió demasiado, tanto que se calentó el piso de ladrillos y la única forma de bajarla fue cambiarlo de lugar.

y agrega:

Cuando aparecieron los hongos blancos lo mojé un poco porque pensé que le faltaba agua y fue peor ¡más se elevó la temperatura!"

El comentario de Ruth es habitual entre las agricultoras familiarizadas con la práctica del compostaje, sin embargo, en el *bocashi* es necesario mantener la humedad por debajo del 50 % para favorecer el desarrollo de los hongos.

"Con la experiencia nos dimos cuenta que no hace falta regar porque por las noches se condensa el agua gracias a la manta que lo cubre."

Añade una de las participantes mientras remueve la pila (Figura 5).

Calidad del bocashi

Los valores de las muestras de *bocashi* analizadas indicaron que se trató de una enmienda equivalente a un compost de Clase A cuando se compararon con los valores establecidos por la normativa nacional para compostaje, como se indica en la Tabla 2.

Presupuesto del tiempo

El tiempo empleado en la fabricación de 1 m³ de *bocashi* sin empleo de maquinarias fue de 12 horas, es decir 1,5 jornales que resultó de sumar el tiempo de la preparación (4 horas), control diario de la temperatura, remoción de la pila (6 horas) y embolsado (2 horas). Dada la diversidad y disponibilidad de materiales presentes en el predio, en este cálculo no se contempló el tiempo de recolección



Figura 5: Movimiento de la pila para mantener la temperatura.

de los mismos porque están considerados en el tiempo de preparación.

Para la preparación del *bocashi* líquido se requirieron 8 horas de trabajo: 2 horas para realizar la mezcla con agua, 3 horas para la aireación manual (15 minutos, 3 veces al día, durante 3 días) y de 2 a 3 horas para el filtrado y envasado.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de *bocashi* preparado en agosto y noviembre de 2019 para un cultivo de frutillas y parámetros de calidad propuestos por la Resolución 01/2019 para compostaje (SCyMA y SENASA, 2019).

Parámetros de calidad	Unidades	Valores Promedio muestras <i>bocashi</i> agosto y noviembre	Resolución 1/2019 Unidades	
			Compost clase A	Compost clase B
pH en agua 1:5	unid pH	7,5	Rango: 5,0-8,5	
Conductividad eléctrica	dS/m	4,0	<4	<6
Densidad aparente	g/ml	0,8	----	
Humedad	%	17,7	<60	
Nitrógeno (Nt) Kjeldahl	%	1,5	----	
Materia orgánica	%	47,8	>20	
Carbono orgánico	%	27,8	----	
Relación C/N	-	17,7	<20	<30
Fósforo (P) total	%	0,7	----	
Potasio (K) total	%	0,9	----	
Nitratos	Ppm	29,5	----	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del laboratorio. 2019.

La aplicación mediante el sistema de riego por goteo se llevó a cabo en 15 minutos, equivalente al tiempo empleado con otros fertilizantes líquidos.

La elaboración de un presupuesto de tiempo facilitó la planificación de las tareas de las familias agricultoras y del grupo participante de la experiencia para la incorporación del *bocashi*. Esta herramienta permitió organizar las actividades tanto dentro como fuera de la parcela, ajustándolas a las distintas etapas del ciclo productivo favoreciendo una gestión más eficiente del tiempo, de los recursos materiales y de la mano de obra disponible. Así, en el otoño se acopian hojas, en julio y agosto se junta el material de la limpieza de los canales comenta Rufino.

Tiempo de evaluación

En las evaluaciones realizadas con las agricultoras se pudo observar que las parcelas de frutillas tratadas con *bocashi* presentaban mejoras en el aspecto general de la planta, con mayor crecimiento en altura respecto

del cultivo sin aplicaciones y respecto del año anterior. Además, aumentó el tamaño y mejoró el color y el brillo de los frutos. En la Tabla 3 se resumen las opiniones, datos y calificaciones de las y los asistentes al taller de evaluación e intercambio de experiencias referido al uso *bocashi* líquido en cultivos de frutillas.

En la parcela del estudio, el número de cajas de 3 kg cosechadas para consumo en fresco fue de 380 lo que representa un incremento de 120 cajas respecto del año 2018, sumando un total de 3420 kilos y un rendimiento de 684g/planta/año. Este valor, se ubica dentro de los rendimientos regionales que varían entre 500 a 800 g/planta/año (Caminiti, 2015). Este incremento en el rendimiento coincide con trabajo previos realizados en Argentina en los cuales la aplicación de enmiendas orgánicas, como *bocashi* mostraron mejoras en la productividad del cultivo de frutillas (Serri et al. 2019)

Sumado a lo anterior, la mejora de la calidad de las frutillas disminuyó el porcentaje de frutas para la

Tabla 3. Resumen de las opiniones de los y las participantes del taller luego de la aplicación de *bocashi* líquido en las temporadas de cultivo 2019.- 2020.

Agricultor/a Participante de la experiencia Breve detalle del uso de <i>bocashi</i> líquido	Aplicación <i>bocashi</i> líquido por goteo Calificación resultados: Bueno Regular Malo	Observaciones de campo		
		Efectos en las plantas: Color Tamaño Cantidad de hojas	Calidad de los frutos: Tamaño Color Forma	Rendimiento a la cosecha: Mejóro Igual Empeoró
Candelaria El primer año aplicó a 0.25 ha con plantas de 3 años luego se animó y aplicó en el resto del cultivo.	Bueno. El producto rinde más que si se aplica sin remojar.	La planta vino con todo recuperó mucha hoja... un buen tamaño ..esa planta me dio mucha fruta.	Buena fruta grandes no parecía de tercer año. Buen color. Pareja.	Mejóro la cantidad de cajas de 3 kilos para consumo fresco.
Cata Aplicó en 1 ha el verano y no utilizó químicos para ver la evolución.	Bueno.	Lindas color verde. Buen tamaño.	Fruta buen color, grande. Dulce.	Bueno. Se mantuvo en diciembre enero y febrero cuando no puse químicos.
Ana Aplica en parcelas de segundo año de producción en suelo muy pobre.	Bueno.	Mejóro la calidad de las platas están más verdes, pero hay que complementar con algún otro fertilizante.	Tamaño chico en comparación con las otras parcelas, pero es que son plantas viejas y suelo malo.	En una parte salió más de segunda para industria y en otro sector más de primera para caja de cartón.
Rufino Inicialmente probó en un sector 0.25 ha luego a toda la parcela 1 ha.	Bueno porque se puede aplicar a todo tipo de plantas.	Buenas plantas, verdes. Parejas.	Buen tamaño y color.	Bueno. Parejo.
Daniel Probó en un sector menor a 0.25 ha, luego a toda la parcela 1 ha y realizó otras pruebas.	Bueno.	Plantas verdes, sanas, buen tamaño ni chicas ni muy grandes que se van en vicio.	Buen tamaño, color y sabor.	Bueno. Depende del mercado. Hay clientes que valoran el trabajo sin importar el tamaño de la fruta.

industria. En la práctica, esto significa una ventaja ya que a medida que se cosecha, las cajas que van al mercado de consumo en fresco se llenan directamente en el campo; mientras que las destinadas a industria deben clasificarse y en algunos casos acondicionarse mediante el despalillado de los frutos. Estas operaciones requieren de más horas de trabajo aumentando el costo de producción de un producto que obtiene menor precio en el mercado.

Las agricultoras valoraron la práctica de producción de *bocashi* como muy positiva ya que les permitió ahorrar en fertilizantes, requirió de poco espacio, tiempo y esfuerzo físico cuando se realiza en pequeñas cantidades. Además, utilizaron materiales disponibles en el predio y subproductos de otros procesos productivos que eran desconocidos para ellas (bagazo de cerveza, carbón). Sin embargo, mencionaron algunas limitaciones para aplicar la tecnología a gran escala, es decir cuando el volumen de mezcla supera los 3 m³. Esto se debe a que el volteo manual demanda un esfuerzo físico

intenso especialmente en los meses de verano (diciembre a febrero) cuando se presentan altas temperaturas ambientales coincidentes con mayor demanda de trabajo en el cultivo. Por otra parte, observaron que cuando se trabajó en grupos la tarea se terminó más rápido, aunque requirió tiempo de organización.

De modo que, a partir de los intercambios se plantearon algunas propuestas para abordar junto al equipo técnico como por ejemplo: Elaborar *bocashi* en contra estación y resolver la falta de temperatura ambiente del otoño invierno con estructuras de fácil acceso como invernáculos; mecanizar parte del proceso especialmente la mezcla de las pilas y la aireación de la solución de *bocashi* con la ayuda de un compresor; trabajar en grupos y buscar personas interesadas en desarrollar esta actividad como emprendimiento productivo dispuestas a ser proveedores de insumos.

Algunas de las apreciaciones de las participantes de la experiencia y de otros asistentes a los talleres se reflejan en la Tabla 4.

Tabla 4. Opinión de las y los participantes respecto del uso de *bocashi* en las parcelas de frutillas.

Participantes	Opinión sobre <i>bocashi</i>	Ventajas	Desventajas
Candelaria (Frutillera joven sin experiencia en agricultura)	En mis dos experiencias bueno, tanto el <i>bocashi</i> sin remojar como remojado.	Barato. Rendidor. No quería gastar en fertilizantes en plantas no tan lindas de tres añitos.	Hay que organizarse para tener siempre disponible y a veces no da el tiempo.
Rufino y Faustina (Él poca experiencia y ella con gran experiencia en manejo convencional de frutillas)	Es muy bueno. Lo uso combinado con químicos por goteo.	Barato. Los fertilizantes rinden más y bajé la cantidad que usaba.	Hay que organizarse con los compañeros porque lleva trabajo para hacer en cantidad.
Cata Frutillera con gran experiencia hortícola)	Muy lindo.	Se puede usar de una vez por el goteo. Muy linda fruta buen tamaño, dulce y buen color. Usé todo.	Es trabajo prepararlo y filtrarlo. Hay que esperar a que pase la cosecha para hacerlo de nuevo. Probar y trabajar más.
Ruth (Agricultora con mucha experiencia hortícola y ganadera)	Es como hacer compost me gusta es más rápido, se puede vender.	Es barato siempre y cuando tenga los materiales en la chacra.	Hay que estar encima pero es para el bien del suelo.
Ana (Frutillera de gran experiencia y conocimiento de suelos)	Es muy bueno como complemento de la fertilización.	Es económico y se ven los resultados.	Mucho trabajo para mí que tengo problemas en la cadera.
Daniel (Frutillero al que le gusta probar y experimentar)	Bueno. ¡Hay que hacer en grandes cantidades!	Bueno, barato y se ve que actúa rápido en el cultivo.	Lleva tiempo si se hace en grandes cantidades.
Miriam y Elmer (Frutillera con gran experiencia en el uso de purín de estiércol de gallina "chicken manure tea")	Bueno.	Se puede aplicar por goteo.	Lleva trabajo prefiero el purín de guano de gallina que se pone a remojar y se usa por goteo.

Al respecto Candelaria evaluó la experiencia de trabajo con *bocashi* de la siguiente manera:

"La experiencia de utilizar *bocashi* tanto en seco que sería sin remojar y también en líquido puedo decir algunas palabras... en las dos experiencias tuve buenos resultados porque yo puse en las plantas de frutillas que estaban en un estado muy malo, aparte ya era el tercer año de producción entonces por no gastar mucho dinero en fertilizante decidí solamente *bocashi* y para ver qué iba a pasar con la planta... y tuve muy buen resultado... recuperó vino con mucha hoja... un buen tamaño y cosa que esa planta me tiró mucha fruta y grandes, no parecía de tercer año... parecía de segundo viste? cuando la planta da fruta grande y de ahí empecé a utilizar en todos los cuadros el líquido del *bocashi*... y aparte porque ayuda un poco con la economía porque los fertilizantes están recaros, entonces por ahí yo pongo dos veces fertilizantes y uno le pongo *bocashi*... De esa manera voy trabajando con el *bocashi*. Estaría bueno que hagan de este producto para la venta porque muchos productores por falta de tiempo y cosas no lo pueden hacer y siempre uno está buscando algo más fácil de hacer... Eso sería... mis palabras es una buena experiencia y lo recomiendo que lo utilicen otras personas porque es algo natural y le aporta mucho, mucho a la planta, mucho potasio, nitrógeno... así que yo lo sigo utilizando."

Tal como lo manifestó Candelaria, inicialmente la aplicación de *bocashi* se limitó a plantas de dos y tres años, decisión que fue respaldada por el equipo técnico debido al carácter exploratorio de la experiencia y con el propósito de minimizar los riesgos en plantas nuevas. Sin embargo, luego de algunas semanas el uso de *bocashi* se extendió a la totalidad del cultivo. Además, los agricultores y agricultoras probaron nuevas formas de uso, como el remojo de raíces antes del trasplante y la aplicación foliar de soluciones diluidas al 5 % v/v experiencias que compartieron en reuniones posteriores.

Conclusiones

La incorporación de *bocashi* elaborado a partir de productos locales para su aplicación en frutilla se presenta como una estrategia viable para mejorar los rendimientos en zonas áridas bajo riego como el valle inferior del río Limay.

Las agricultoras participantes manifestaron una alta aceptación de esta tecnología debido a la facilidad de producción, bajo costo y efectos visibles en el corto plazo.

Además, la mezcla ajustada con materiales orgánicos locales cumple con la normativa nacional vigente, equiparando a un compost de Clase A, lo que permite el aprovechamiento de subproductos orgánicos agropecuarios y agroindustriales de la región. Sin embargo, para el escalamiento, es necesario optimizar el proceso de producción, con el fin de reducir el esfuerzo físico requerido.

Referencias bibliográficas

- Barrionuevo M. E., Flores, L. B. Dussi, M. C. (2018). Red territorial agroecológica para el aprovechamiento integral de los residuos orgánicos. Cuadernos de Agroecología 13(1).
- Barrionuevo M. E., Preda G. M. (2022). Trayectoria de vida y relaciones de producción familiar en el norte de la Patagonia. En G. Rodríguez Galván, L. Zaragoza Martínez, y P. Ubierno Corvalán (Eds.), Los patrimonios tangibles e intangibles del traspaso familiar (pp. 20-33). Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. México.
- Bartucci S. L., Beily M. E., Bres P. A., Gatti, M. N., Laos F. (2019). Caracterización de orujos de manzana de jugueras y sidreras del Alto Valle de Río Negro y Neuquén para su valorización energética. IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Florencio Varela, Argentina.
- Bueno M. (2004). Cómo hacer un buen compost. La Fertilidad de la Tierra.
- Cabrera A. L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME: Bs. As. Argentina.
- Caminiti C. A. (2015). Cultivo de frutillas en la provincia de Neuquén. INTA: Buenos Aires. Argentina.
- Dibella E., Aguilera P., Silva N. (2021). Elaboración de abono orgánico Bocashi. Ediciones INTA: Buenos Aires. Argentina.
- Dussi M.C., Flores L.B. (2018). Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. Interdisciplina 6(14), 129-153.
- Dussi M.C., Flores L.B., Barrionuevo M.E., Navarrete L., Ambort C. (2020). Encuentro entre la agroecología y la agricultura biodinámica: ¿Alternativa a la agricultura industrial? Agroecología 14, 35-40.
- Ejarque M., Barrionuevo M.E., Zanolletto L., Bartucci S.L. (2019). Prácticas y usos de los residuos pecuarios de productores familiares en un valle de la Patagonia argentina. Ambiente y Desarrollo 23, 44.
- Ferrer J.A., Irisarri J.A., Mendía J.M. (1990). Estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén (No. 631.478272). Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires. Argentina.
- Ferrer J.A., Irisarri J., Mendía J.M. (2006). Suelos de la provincia del Neuquén. Escala 1: 500.000. INTA-CFI-UN del Comahue.
- Gelfius F. (2009). 80 Herramientas para el desarrollo participativo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: San José. Costa Rica.
- González M.I.M., Gallardo J.F. (1982). El efecto hojarasca: una revisión. Anales de edafología y agrobiología 41, 1129-1157.
- Guzmán Casado G.I., Alonso Mielgo A.M. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. Ecosistemas 16, 24-36.
- Infante A. (2011). Manual de biopreparados para la agricultura ecológica. Trama Impresores S.A.: Santiago. Chile.
- Ingham E.R. (2005). The compost tea brewing manual. Soil Foodweb Incorporated: Corvallis.
- Mazzarino M.J., Satti P.S. (2012). Compostaje en la

- Argentina. Experiencias en producción, calidad y uso. Orientación Gráfica Editora: Buenos Aires. Argentina.
- Orden L., Ahualli P. (2018). Evaluación del compostaje de un barro de la industria cervecera mediante pilas con remoción mecánica. II Simposio de Residuos agropecuarios y agroindustriales de NOA y Cuyo. San Juan, Argentina.
- Ramos Agüero D., Terry Alfonso E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos tropicales 35, 52–59.
- Restrepo J. (2001). Abonos orgánicos fermentados: experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. IICA, San José. Costa Rica.
- Román P., Martínez M.M., Pantoja A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. FAO, Santiago. Chile.
- Scheuerell S., Mahaffee W. (2002). Té de compost: principios y perspectivas para el control de enfermedades de las plantas. Compost Science & Utilization 10, 313–338.
- Serri D.L., Sibilia S., Silbert V., Muñoz N.B., Bianco M.V., Ornela O., Campo H., Narmona L., Vargas Gil S. (2019). Efecto de la aplicación de Bocashi como bioinsumo mejorador del suelo en la producción del cultivo de frutilla. I Congreso de Agroecología, Mendoza. Argentina.
- Solla-Gullón F., Rodríguez-Soalleiro R., Merino A. (2001). Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio. Investigación agraria. Producción y protección vegetal 16, 379–393.
- Soto G., Meléndez Celis G. (2004). Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. Manejo integrado de plagas y agroecología 72, 91–97.
- Tognetti C., Laos F., Mazzarino M.J., Hernández M.T. (2005). Composting vs. Vermicomposting: A Comparison of End Product Quality. Compost Science & Utilization 13, 6–13.
- US Composting Council. (2002). Test methods for the examination of composting and compost. USCC y USDA: Bethesda. Estados Unidos.
- Varnero Moreno M.T. (2011). Manual de biogás. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Santiago. Chile.
- Vázquez L.L. (2008). Desarrollo de un proceso de educación e innovación participativa para la adopción del manejo agroecológico de plagas por los agricultores. Leisa, Revista de Agroecología 23, 11–13.
- Zhou Y., Selvam A., Wong J.W.C. (2018). Chinese medicinal herbal residues as a bulking agent for food waste composting. Bioresour. Technol. 249, 93–99.