



Trabajo Final de Carrera. Ingeniería Agronómica

**Uso de bocashi en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)  
como herramienta de manejo del suelo en una chacra de  
producción agroecológica**

Autor: Gianello, Mirco. [gianellomirco@gmail.com](mailto:gianellomirco@gmail.com)

Directora: Dra. Torres Robles, Silvia. [storresr@unrn.edu.ar](mailto:storresr@unrn.edu.ar)

Año: 2024

Viedma, Río Negro, Argentina.

“Todos sabemos algo, todos ignoramos algo,  
por eso, aprendemos siempre”, Paulo Freire.

# RESUMEN

La agricultura tradicional prioriza una alta productividad por unidad de área, a través de una intensa mecanización agrícola, uso creciente de pesticidas y fertilizantes, combustibles fósiles, y variedades mejoradas de cultivos de elevado costo de producción, generando dependencia de pequeñas y medianas familias productoras, como así también degradación de los suelos. La agroecología surge como un nuevo paradigma, incorpora la relación entre la agricultura, el ambiente y las dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales. La utilización de enmiendas orgánicas contribuye a la recuperación, a la sustentabilidad de suelos degradados y al mejoramiento de cultivos. El bocashi es una de las enmiendas más utilizadas dentro de los sistemas agro productivos de menor dependencia de la zona del Valle inferior del Río Negro. Este tipo de preparado puede reemplazar a los fertilizantes sintéticos, mejorando los suelos, aportando materia orgánica, nutrientes y vida al suelo. El presente trabajo propone como objetivo general, evaluar en qué medida una enmienda orgánica, como el bocashi, mejora las condiciones del suelo en un cultivo de papa, y así contribuir con la generación de conocimiento sobre producción hortícola con perspectiva agroecológica. En una chacra agroecológica, dentro de la localidad de Carmen de Patagones, se realizó un ensayo de cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) considerando los tratamientos, suelo de cultivo con una aplicación de bocashi, suelo de cultivo con dos aplicaciones de bocashi, suelo de cultivo sin aplicación de bocashi y suelo testigo (suelo previo a la realización del cultivo). Se realizó un bocashi con ingredientes propios de la chacra y el entorno cercano, y se lo caracterizó desde el punto de vista cuantitativo (análisis físico-químico) y cualitativo (análisis cromatográfico). De la misma forma se analizaron las muestras de suelo de todos los tratamientos. Se evaluó el rendimiento del cultivo de papa para los diferentes tratamientos tomando como medida de análisis el peso total por tratamiento y la cantidad de individuos obtenidos por tratamiento. Los resultados químicos del bocashi muestran porcentajes de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno total, valores de calcio, fósforo y potasio significativamente más altos que los encontrados en todos los tratamientos realizados. Al contrastar los valores de estos nutrientes entre las muestras del suelo testigo y sin aplicación de bocashi, con las muestras con una y dos aplicaciones de bocashi, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos sin aplicación de bocashi con respecto a los tratamientos con aplicación de bocashi, presentando estos últimos los valores más altos. No se encontraron diferencias significativas en las muestras de suelo con una aplicación

de bocashi con respecto a las muestras de suelo con dos aplicaciones de bocashi. La cromatografía de Pfeiffer es una técnica utilizada para analizar la composición química y microbiológica del bocashi. Esta técnica permite identificar y describir los diferentes compuestos presentes en el bocashi, lo que ayuda a evaluar su calidad y efectividad como fertilizante, en este ensayo complementó la interpretación de la descripción cuantitativa de los análisis físico-químicos del bocashi y del suelo de los diferentes tratamientos. El rendimiento del cultivo de papa duplicó el peso en la cosecha con aplicación de bocashi, con respecto al total obtenido en la cosecha sin aplicación de bocashi. Esto sugiere que la aplicación de bocashi impacta positivamente en el rendimiento de la papa. La aplicación de dos dosis de bocashi arrojó resultados controversiales, ya que aumentó tres veces el número de papines obtenidos pero el peso total no aumentó al duplicar la dosis de bocashi. Los resultados obtenidos indican que, para el cultivo de papa de una chacra del Partido de Patagones, con manejo agroecológico, el bocashi preparado resultó ser un importante aporte de nutrientes al suelo y mejoró el rendimiento del cultivo. Este trabajo final de carrera, representa un antecedente técnico para productores que estén realizando una transición agroecológica y deseen realizar una sustitución paulatina de insumos químicos por biológicos, con el objetivo de diseñar sistemas productivos más sustentables desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental.

Palabras clave: cultivo, papa, bocashi, agroecología, cromatografía.

## SUMMARY

Traditional agriculture prioritizes high productivity per unit area, through intense agricultural mechanization, increasing use of pesticides and fertilizers, fossil fuels, and improved varieties of crops with high production costs, generating dependence on small and medium-sized producing families, as well as soil degradation. Agroecology emerges as a new paradigm, incorporating the relationship between agriculture, the environment and the social, economic, political and cultural dimensions. The use of organic amendments contributes to the recovery, sustainability of degraded soils and crop improvement. The bocashi is one of the most widely used amendments within the least dependent agro-productive systems in the area of the lower Rio Negro Valley. This type of preparation can replace synthetic fertilizers, improving soils, providing organic matter, nutrients and life to the soil. The general objective of this paper is to evaluate to what extent an organic amendment, such as bocashi, improves soil conditions in a potato crop, and thus contribute to the generation of knowledge on horticultural production with an agroecological perspective. In an agroecological farm, within the town of Carmen de Patagones, a potato (*Solanum tuberosum*) cultivation trial was carried out considering the treatments, crop soil with one application of bocashi, crop soil with two applications of bocashi, cultivation soil without application of bocashi and control soil (soil prior to the cultivation). A bocashi was made with ingredients from the farm and the nearby environment, and it was characterized from the quantitative point of view (physical-chemical analysis) and qualitative (chromatographic analysis). In the same way, soil samples from all treatments were analyzed. The yield of the potato crop for the different treatments was evaluated, taking as a measure of analysis the total weight per treatment and the number of individuals obtained per treatment. The chemical results of bocashi show percentages of organic matter, percentage of total nitrogen, values of calcium, phosphorus and potassium significantly higher than those found in all the treatments carried out. When contrasting the values of these nutrients between the samples of the control soil and without bocashi application, with the samples with one and two bocashi applications, significant differences were found between the treatments without bocashi application with respect to the treatments with bocashi application, the latter presenting the highest values. No significant differences were found in soil samples with one bocashi application compared to soil samples with two bocashi applications. Pfeiffer chromatography is a technique used to analyze the chemical and microbiological composition of bocashi. This technique allows us to identify and describe the different compounds present in bocashi, which helps to evaluate its quality and effectiveness as a fertilizer, in this trial it complemented the interpretation of the quantitative description of the physical-chemical analyses of bocashi and soil of the different treatments. The yield of the potato crop doubled the weight in the harvest with the application of bocashi, with respect to the total obtained in the harvest without the application of bocashi. This suggests that the application of bocashi positively impacts potato yield. The application of two doses of bocashi yielded controversial results, since the number of potatoes obtained increased threefold but the total weight did not increase when doubling the dose of bocashi. The results obtained indicate that, for the potato crop of a farm in the Patagones District, with agricultural management, the prepared bocashi turned out to be an important contribution of nutrients to the soil and improved the crop yield. This final degree project represents a

technical background for producers who are undergoing an agroecological transition and wish to gradually replace chemical inputs with biological ones, with the aim of designing more sustainable production systems from the productive, economic, social and environmental point of view.

Keywords: crop, potato, bocashi, agroecology, chromatography.

# Dedicatoria

A mi hija Roma.

A mi Mamá y a mi Papá.

A mis hermanas, Orieta, Sabrina, Florencia, y a mi hermano Leandro.

# Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Río Negro, y a la carrera de Ingeniería agronómica.

A la Universidad Nacional del Comahue, y al laboratorio LACAR, sede CURZAS.

Al colegio Carlos Spegazzini de la ciudad de Carmen de Patagones, y especialmente a las personas de la cooperativa “La chacra”.

A la Escuela Secundaria de Formación Agraria, ESFA-CET N° 11, mi segundo hogar, a mis compañeros del área técnica, del área de formación general y al área de educación no formal.

A las y los integrantes del CEAMPA, por la gran ayuda brindada durante el proceso.

A mi directora de trabajo final de carrera, Silvia Torres, por su excelente predisposición, a mis jurados Martin, Lucrecia y Nicolás, por su buena voluntad, y a la directora de la carrera Fany por el compromiso y apoyo.

A mis amigos, amigas, compañeros, compañeras, docentes de la carrera, especialmente a Guadalupe y a Cinthia, por sus buenas y constantes palabras de apoyo.

A las familias productoras, que día a día se esmeran en seguir produciendo de manera agroecológica sin otra herramienta más que sus manos y conocimientos.

A mi familia, Mirta, Juan Carlos, Florencia, Leandro, Sabrina, Orieta, Gianluca, Martino, Clementina, Fidel, Marcelo, Juan Daniel, Juan José, Dana, a mi compañera en momentos de desesperación Paz, y especialmente a mi compañera de historias y guía en momentos claves, Roma.



## Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>7</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>13</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>13</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
Área de estudio.....	13
Diseño del ensayo.....	15
Elaboración del bocashi (Objetivo 1).....	20
Preparación de ingredientes.....	20
Armado del bocashi.....	23
Caracterización física-química del bocashi (Objetivo 1).....	25
Evaluación del uso de bocashi como mejorador de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Objetivo 2).....	29
Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (Objetivo 3).....	30
Análisis de datos.....	30
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
Caracterización química y biológica del bocashi.....	31
Caracterización química.....	31
<b>Caracterización biológica</b> .....	<b>31</b>
<b>Características físicas, químicas y biológicas del suelo del cultivo con bocashi y sin bocashi</b> .....	<b>32</b>
<b>ANÁLISIS CUANTITATIVO</b> .....	<b>32</b>
<b>ANÁLISIS CUALITATIVO</b> .....	<b>36</b>
<b>Rendimiento del cultivo</b> .....	<b>37</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>38</b>
Análisis cuantitativo y cualitativo del bocashi y suelo del cultivo.....	38
Rendimiento del cultivo.....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>

# INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional prioriza una alta productividad por unidad de área (rendimiento), a través de una intensa mecanización agrícola, un uso creciente de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes), combustibles fósiles, y variedades “mejoradas” de cultivos con “alto potencial de rendimiento”, de elevado costo de producción, generando dependencia de pequeñas y medianas familias productoras, como así también degradando los suelos, base de toda producción de alimentos sanos y nutritivos. Además, promueve un excesivo énfasis en aspectos biológicos (ecofisiológicos-productivos y tecnológicos), en detrimento de los socioculturales-económicos (Sarandón et al., 2006; Sarandón, 2014).

El proceso de modernización de la agricultura, tanto en los países industrializados, como en aquellos de bajos niveles de industrialización, ha estado asociado en los últimos 60 años a la adopción del modelo tecnológico difundido por la denominada Revolución Verde (Altieri, 1991). Este modelo, surgido en el período de posguerra como respuesta al incremento poblacional, se desarrolló bajo el supuesto que los problemas de la pobreza y el hambre eran básicamente problemas de producción. Actualmente, existe mayor conciencia que los problemas del hambre y la pobreza no se solucionan solamente con el aumento de la producción, sino que también influyen factores relacionados con la distribución y el control de los recursos naturales y económicos (Fernández Alduncin et al., 2019).

Si bien es cierto que la incorporación de estas prácticas agrícolas ha producido un aumento sustantivo en los rendimientos de los cultivos, también es innegable que ha tenido un fuerte impacto en los recursos naturales, la calidad del medio ambiente y la salud de la población rural y de los animales (Altieri, 1991). Como consecuencia de la incorporación de tecnologías asociadas a la revolución verde, se han generado diversos problemas ambientales y ecológicos, tales como la erosión y compactación del suelo, la contaminación de las aguas subterráneas, la disminución de diversidad genética, la deforestación y desertificación, la acumulación de residuos de pesticidas en los productos alimenticios, la disminución de la fauna silvestre, y problemas sociales y económicos tales como una creciente inseguridad acerca de la productividad y rentabilidad futura de los establecimientos agrícolas y la marginación de los productores de menos recursos (Fernández Alduncin et al., 2019).

En la actualidad, existe consenso sobre la necesidad de un manejo sustentable de los agroecosistemas que permita la satisfacción de las necesidades de la generación actual y de las generaciones futuras. En este sentido, la agroecología surge como un nuevo paradigma o enfoque, como una nueva disciplina científica, más amplia, que reemplaza la concepción puramente técnica de las ciencias agrarias convencionales, por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales. Podría definirse o entenderse 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 sustentables (Sarandón y Flores, 2014).

Esta definición implica reconocer, por un lado, que los agroecosistemas tienen una función integral, no sólo la de producir bienes (tangibles): cultivos, animales, huevos, leche, fibras, forrajes, madera, sino también, y simultáneamente, brindar servicios (intangibles): hábitat para seres humanos y otros seres vivos, funciones ecológicas (ciclado de nutrientes, regulación biótica, captura de carbono, control de la erosión, polinización, detoxificación del ambiente), mantenimiento del paisaje, conservación de la biodiversidad de plantas y animales. Es decir, es necesario incorporar la idea del uso múltiple del territorio, de la multifuncionalidad de la agricultura (Sarandón, 2016). Además, la agricultura sustentable busca una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción agrícola, se preocupa por el rescate crítico de las prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias y culturas, y busca reducir las desigualdades actuales en acceso a recursos productivos. Intenta asimismo desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales. Además, la agricultura sustentable trata de ser rentable económicamente, sin dejarse llevar por una lógica a corto plazo (Altieri 1994; Altieri y Nicholls, 2000).

Un aspecto importante para un manejo de una producción con perspectiva agroecológica se relaciona con la “sanidad del suelo”, el cual es el sustento de la producción. La vida en el suelo se compone de bacterias, hongos y levaduras, que cuando están presentes, ayudan mucho a las plantas a tomar nutrientes, ya que multiplican muchas veces su capacidad para absorber nutrientes del suelo (Altieri y Nicholls, 2000). Al aplicar agroquímicos o fertilizantes químicos (urea, 18:46:0, triple 15,

etc.), se elimina la vida del suelo debilitando a las plantas, que se hacen mucho más sensibles al ataque de plagas y enfermedades (Restrepo Rivera, 2007). En este sentido, la utilización de enmiendas orgánicas podría contribuir con la recuperación de suelos degradados, y por ende, con el mejoramiento de los cultivos.

Una de las enmiendas más utilizadas es el Bocashi, cuyos ingredientes se obtienen a partir del calor que se genera durante su preparación (Ramos Agüero et al., 2014). Se pueden realizar en el mismo predio productivo, con elementos del entorno, restos de cosecha, y otros elementos disponibles en la cercanía, sin elevar costos de producción y generando un insumo de gran valor potencial (Restrepo Rivera, 2010). La palabra bocashi proviene del idioma japonés y significa “materia orgánica fermentada”, ya que se aprovecha el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los componentes del mismo (Restrepo Rivera, 2007).

La utilización de enmiendas, como el bocashi, mejoraría las condiciones del suelo de los cultivos en los que se utiliza, ya que permite mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los mismos, agregando diferentes microorganismos al suelo (Bonifacio Maylle, 2021). A estos microorganismos se los conoce como “microorganismos eficientes”, ya que producen sustancias útiles que incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares que promueven el crecimiento de las plantas, pueden suprimir la presencia de patógenos (Marrache et al., 2019; Negro et al., 2000) y son muy numerosos en los suelos, como las bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos.

En los últimos años, en la región productiva del Valle inferior del Río Negro y en la zona productiva del periurbano de Carmen de Patagones, se están realizando experiencias de transición a la producción agroecológica. Uno de los principales problemas a los que se tuvieron que enfrentar los productores que optaron por este cambio, fue el gran deterioro de los suelos, los cuales tenían una gran dependencia del uso de insumos agroquímicos. En este sentido, se vienen realizando varios ensayos con diferentes tipos de enmiendas y abonos orgánicos para diferentes cultivos, principalmente hortalizas (Seba et al., 2019).

El presente trabajo propone como objetivo general, evaluar en qué medida una enmienda orgánica como el bocashi mejora las condiciones del suelo en un cultivo de papa, y así contribuir con la generación de conocimiento sobre producción hortícola con perspectiva agroecológica.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Elaborar un Bocashi a partir de la utilización de residuos presentes en el entorno, y caracterizarlo desde el punto de vista químico.

2) Evaluar el uso de Bocashi como mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

3) Evaluar el rendimiento (peso y cantidad) de una variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.), con uso de bocashi como enmienda orgánica, en una chacra de producción agroecológica del Partido de Patagones.

## HIPÓTESIS

El uso de enmiendas orgánicas como el bocashi, agrega contenidos nutricionales y aumenta la carga de microorganismos al suelo, lo cual mejora su condición, y el rendimiento (peso y cantidad) del cultivo de papa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El ensayo, se llevó a cabo en una chacra de 80 ha, de la ciudad de Carmen de Patagones, Provincia de Buenos Aires, Argentina, específicamente en el predio de la escuela agrotécnica Carlos Spegazzini, situada dentro del ejido urbano, entre las calles Leblanc y Celedonio Miguel (40° 47' 10" S; 62° 58' 53" W) (Figura 1).

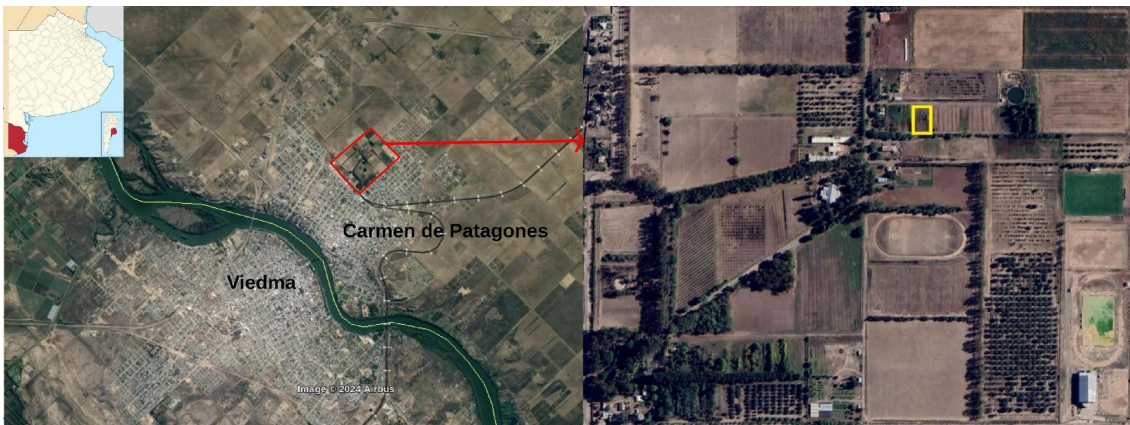


Figura 1. Ubicación geográfica de la Escuela agrotécnica Carlos Spegazzini. Se recuadra en amarillo el sitio donde se realizó el ensayo.

El clima en Carmen de Patagones es subtemplado seco de transición, ventoso, especialmente en primavera y verano, con veranos cálidos e inviernos moderados, sin ningún exceso estacional de agua (Godagnone y Bran, 2009). Con precipitaciones promedio entre 200 y 300 mm anuales y temperaturas promedio entre 30°C y 15°C en verano y entre 13°C y 1 °C en invierno (Sánchez, 2011).

Si bien el predio en el que se realizó el ensayo pertenece a la escuela, la administración está a cargo de la cooperativa “La Chacra”, asociación conformada por egresados de la escuela. La cooperativa tiene acordado con la escuela hacer uso del suelo para cultivos hortícolas de las distintas temporadas, actividades con estudiantes de la escuela y, actividades externas en donde participan diversos actores de la comunidad (Figura 2). Realizan un manejo agroecológico, donde integran producción hortícola a las diferentes producciones a cargo de la escuela (huevos, miel, aceite de oliva, leche, etc.). Además, la cooperativa cuenta con acceso a un parque de maquinaria y herramientas, acceso a depósito, gallineros, corrales, invernáculo con plantinera y acceso a agua para riego. Esta infraestructura data de varios años y es la que posibilita la actividad en todo el predio de la escuela. El vínculo con la cooperativa se estableció a partir de un proyecto de extensión de la UNRN, en el cual se articularon actividades compartiendo saberes, a través del seguimiento y acompañamiento a la cooperativa en la planificación y desarrollo de la temporada de producción hortícola, entre los años 2020-2022.



Figura 2. Integrantes de la cooperativa “La Chacra”.

## Diseño del ensayo

Para diseñar el ensayo, se realizó un encuentro con productores agroecológicos de la zona “Laguna Blanca” de los alrededores de Carmen de Patagones, integrantes de la cooperativa “La Chacra”, estudiantes de cuarto año de la carrera Ingeniería Agronómica de la UNRN y estudiantes de la Licenciatura en gestión de empresas agropecuarias de la UNCOMA. Como resultado de este encuentro se decidió destinar a la producción hortícola 0,5 ha del predio de la escuela y se planificaron las diferentes actividades a realizar para todo el ciclo productivo de la temporada 2021-2022. Además, se tomaron recomendaciones sobre fecha de siembra de la papa y cantidad adecuada de bocashi a utilizar en el cultivo de papa.

La planificación de la producción incluyó siembra de tomate (*Lycopersicon esculentum*), morrón (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrullus lanatus*), maíz (*Zea mays*), poroto blanco (*Phaseolus vulgaris*), zapallito verde (*Cucurbita maxima var. zapallito*), zapallo anco (*Cucurbita moschata*), zapallo cabutia (*Cucurbita maxima x C. moschata*), aromáticas diversas como albahaca (*Ocimum basilicum*), romero (*Salvia rosmarinus*), salvia (*Salvia officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), menta (*Menta x piperita*). La diagramación espacial de los diferentes cultivos responde a un diseño de

producción agroecológica, el cual implica diversidad de productos alternados con especies aromáticas y florales para promover interacciones específicas positivas para repeler plagas y atraer insectos benéficos y, alternancia de cultivos con especies arbustivas y leñosas (frutas finas y frutales de carozo) (Figura 3).



Figura 3. Diagramación espacial de algunos de los cultivos hortícolas de la cooperativa “La Chacra” en el predio de la escuela Spegazzini.

En este esquema de producción, se destinaron aproximadamente 1000 m<sup>2</sup>, con acceso a riego, para la realización del ensayo de aplicación de bocashi, en un cultivo de papa de la variedad Kennebec, para estudiar el efecto de la enmienda sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, y en el rendimiento de papa.

En este sector se dispusieron siete surcos de 50 m de largo por 1 m de ancho cada uno. Se destinaron cuatro surcos, distanciados a 0,5 m cada uno, para realizar aplicación de aproximadamente 300 gr de bocashi al suelo por semilla de papa (Tratamiento con bocashi) y tres surcos, distanciados entre sí a 0,5 m, sin aplicación de enmienda (Tratamiento testigo). Entre ambos tratamientos se sembraron especies florales: Girasol (*Helianthus annuus*), cosmos (*Cosmos bipinnatus*) y caléndula (*Calendula officinalis*) alternados a una hilera de árboles (*Ailanthus altissima* y *Ulmus* sp.) que ya estaban en el predio (Figura 4).





Figura 4. A. Lote experimental del cultivo de papa. B. Detalle de los surcos con aplicación de bocashi. C. Detalle de los surcos sin aplicación de bocashi. En detalle, visualización de cintas de riego por goteo, del contorno con vegetación espontánea, corredores biológicos y línea de frutales a la derecha.

La fecha de plantación fue el 15 de octubre de 2021, en el marco de un encuentro colaborativo con estudiantes y docentes de la UNRN, destinada a público en general con interés en producción de papa agroecológica (Figuras 5, 6 y 7).



Figura 5. Gacetilla de difusión para la siembra de papa y realización de encuentro con productores y público en general para interiorizarse sobre el cultivo de papa con aplicación de bocashi.



Figura 6. Plantación de papa, 2021. Foto González María de la Paz.



Figura 7. Plantación de papa, 2021. Foto: González María de la Paz.

La fecha de siembra se eligió de acuerdo al intercambio realizado con las familias productoras de la zona, quienes indicaron que la fecha ideal es la segunda semana del mes de octubre, dadas las condiciones agroclimáticas de la zona. En esta época del año las precipitaciones son adecuadas para el cultivo, permite la floración hacia el principio del verano, permitiendo un mayor desarrollo de tubérculos con fecha de cosecha aproximada para mediados de febrero-principios de marzo.

Previo a la siembra, se realizó una labranza primaria con tractor y cincel con el fin de remover la superficie del suelo y luego una labranza secundaria con rastra de disco y

bordeadora para refinado y armado de los surcos, trabajando hasta una profundidad de 30 cm.

La profundidad de siembra fue de entre 8 y 10 cm, y la densidad de siembra fue de 3 golpes por metro lineal, quedando una distancia entre semillas de 30 cm, logrando una densidad de 40000-60000 plantas/ha.

Luego de la siembra, cómo última labor, se realizó la instalación del riego, con cinta de goteo de máximo caudal de 1 L/hr (Figura 8).



Figura 8. Sistema de riego por goteo en el cultivo de papa, 2021.

Las referencias de dosis de aplicación de la enmienda fueron a partir de entrevistas a familias productoras locales. Se consensó una aplicación de 300 g de bocashi por semilla, logrando una dosis de 8-10 tn/ha. Dado que esta dosis resultó sobre datos empíricos de las familias entrevistadas, se tomó la decisión de duplicar la dosis en el momento intermedio del ciclo del cultivo. En este sentido, en dos de los cuatro surcos en donde ya se había aplicado la enmienda, se incorporó una segunda aplicación alrededor de cada planta. Por lo tanto, los tratamientos realizados en este ensayo fueron: suelo testigo (suelo previo al cultivo) (ST), suelo del cultivo con una aplicación de bocashi (CB1), suelo del cultivo con dos aplicaciones de bocashi (CB2) y suelo del cultivo sin aplicación de bocashi (SB).

Para el ensayo se utilizó la variedad de papa Kennebec, la cual presenta las siguientes características:

- Los tubérculos son ovals redondeados, de tamaño grande, entre 7 y 20 cm de largo, de piel amarilla clara y carne blanca, ojos semiprofundos, rendimiento alto, maduración semitemprana a semi tardía, sensible al virus del enrollado de la hoja (PLRV) y al mosaico latente o leve de la papa (PVX),

poco sensible al virus mosaico severo de la papa (PVY) y a enfermedades fúngicas provocadas por *Phytophthora infestans*, medianamente sensible a *Streptomyces scabies* (sarna común).

- Origen: USA, 1948 ((Chippewa x Katahdin) x (Earlaine x 3895-13)).
- Inscrita en Argentina el 03/07/1987.
- Calidad culinaria: baja a media materia seca, buena para bastones y puré.

Se realizaron tres desmalezados y aporcados manuales, de forma combinada, durante distintos momentos (días 23, 43 y 50). Una vez que el cultivo llegó a la etapa de floración ya no fue necesaria esta tarea.

El aporte de agua de riego fue suspendido con un criterio agronómico, cuando más de la mitad de las plantas presentaron al menos un 50% de hojas basales de color amarillo, demostrando pronta madurez biológica. Este corte anticipado permitió acelerar la maduración de aquellos tubérculos que hayan alcanzado el estado de madurez fisiológica.

## Elaboración del bocashi (Objetivo 1)

### Preparación

Se elaboró un bocashi en las instalaciones de la escuela Spegazzini, con la cooperación del personal de la cooperativa de la escuela. Sobre la base de la información bibliográfica y considerando los materiales necesarios para la elaboración del bocashi, se acordó junto a familias productoras, técnico de INTA AER Patagones e integrantes de la cooperativa, los ingredientes a utilizar y tareas a realizar, de manera tal de poder aprovechar al máximo los recursos provenientes de la chacra y su entorno (Tabla 1).

Tabla 1. Ingredientes utilizados para la elaboración de bocashi, con sus respectivas cantidades.

Ingredientes	Cantidad utilizada
Suelo	200 kg
Excremento animal	200 kg
Ceniza vegetal	12 kg
Harina de rocas	1 kg
Harina de huesos	300 g
Carbón activado	14 kg

Agua	50 L
Levadura	500 g
Agua con levadura	5 L.kg <sup>-1</sup>
Leche	10 L

Principales aportes de los ingredientes utilizados:

Suelo: integra todos los componentes del abono y distribuye la humedad, es el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbológica (fundamental para una buena fermentación). Tiene la capacidad de retener y filtrar los nutrientes y liberarlos para ser aprovechados por las plantas.

Para la preparación del bocashi se considera que el suelo más adecuado es el arcilloso, este suelo es abundante en minerales indispensables para el desarrollo de las plantas. En algunos casos es necesario cernirla para quitarle piedras, terrones y maderas (Portillo et al., 2011). Para su recolección fue necesario buscar en zonas cercanas al río, donde existe suelo con presencia de organismos nativos, estos ayudan a madurar y obtener un producto final ideal.

Excremento: es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad al suelo con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, entre otros. Dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicarán los abonos (Portillo et al., 2011). En este caso se utilizó excremento fresco de vacas recolectado en el tambo de la escuela.

Ceniza vegetal: fuente importante de sales minerales que, además de activar y enriquecer la fermentación, nutren y fertilizan el suelo y a las plantas. El bocashi puede mejorarse usando harina de rocas en lugar de ceniza (Restrepo Rivera, 2010; Portillo et al., 2011). La ceniza se fue recolectando directamente de sucesivos fuegos realizados en cocina a leña, se evitó el uso de ceniza proveniente de restos de cocción de alimentos, ya que estas poseen partículas contaminantes que alterarían la correcta maduración del bocashi, como pueden ser restos de grasa, huesos, clavos, etc.

Harina de rocas: activan y enriquecen la fermentación, nutren y fertilizan el suelo y fortalecen las plantas. De esta forma disminuyen los ataques de plagas, enfermedades y hongos; los insectos llegan a las plantas cuando hay un desequilibrio mineral, las plantas bien nutridas son más resistentes (Restrepo Rivera, 2010; Portillo et al., 2011). Se

recolectaron piedras de playa cercana, las cuales poseen en su interior numerosos microorganismos nativos, que favorecen el proceso de maduración, las mismas fueron picadas y machacadas con masa y pilón, hasta lograr un polvo fino, capaz de degradarse fácilmente.

Carbón vegetal: mejora las características físicas del suelo, como su estructura, lo que facilita una mejor distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo “esponja sólida”, el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de éstos del suelo. Por otro lado, las partículas de carbón permiten una buena oxigenación del abono, de manera que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación. Finalmente, la descomposición total de este material en el suelo dará como producto final humus (Restrepo Rivera, 2010; Portillo et al., 2011). El carbón utilizado provino de álamos quemados en el predio de la escuela.

Agua: en los abonos, permite mezclar los ingredientes y ayuda a distribuir de manera pareja la humedad entre todas las partes del abono, favorece las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos que lo transforman. Integra todos los elementos del preparado, es el medio líquido donde ocurre todo el proceso. Muchos microorganismos presentes en la fermentación viven más uniformemente en la masa líquida, donde, al mismo tiempo, los nutrientes (vitaminas, enzimas, péptidos, etc.) se transfieren o transforman más fácilmente (Portillo et al., 2011). El agua utilizada es la misma que se utiliza para el riego del predio, proviene directamente del río.

Levadura: compuesta por organismos microscópicos que se encargan de iniciar el proceso de fermentación o transformación de la materia orgánica en nutrientes. Es el ingrediente que facilita o impulsa el arranque de la fermentación (Portillo et al., 2011). Esta se adquirió mediante compra en una despensa cercana.

Leche: proporciona las condiciones adecuadas para que los microorganismos se multipliquen gracias a los aminoácidos, vitaminas, grasas y proteínas que contiene, (Restrepo Rivera, 2010; Portillo et al., 2011). La misma provino del tambo que la escuela posee dentro del predio escolar, y cercano al lote experimental.

Azúcar: aporta energía necesaria para que los microorganismos realicen la descomposición de la materia. El azúcar disuelto en agua, impulsa el proceso de fermentación, es decir, ayuda al desarrollo de microorganismos encargados de

transformar la materia orgánica en nutrientes fáciles de asimilar por las plantas (Portillo et al., 2011). Al igual que con la levadura, esta fue adquirida mediante compra en una despensa cercana.

Aserrín: se utilizó para controlar los excesos de humedad durante la elaboración del bocashi. Además, este ingrediente mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes (Portillo et al., 2011). Éste se recolectó de lotes dónde la escuela trabaja en la elaboración de postes y que son trabajados con sierra eléctrica.

## **Armado del bocashi**

El armado del bocashi se realizó siguiendo la metodología propuesta por Garro Alfaro (2017). Se distribuyeron los materiales sobre una superficie limpia, colocando sucesivas capas, con los ingredientes de mayor granulometría en la base hasta formar un montículo (Figura 9).

La preparación del bocashi se debe hacer preferiblemente, en un lugar protegido del sol del viento y la lluvia, ya que estos interfieren en el proceso de fermentación, deteniendo o afectando la calidad final del bocashi elaborado (Restrepo Rivera, 2022).



Figura 9. Preparación del bocashi. Montículo con sucesivas capas de ingredientes. Ref.: 1, Suelo tamizado; 2, Carbón molido; 3, Bosta de vaca molida; 4, Ceniza; 5, Aserrín.

Cada capa se fue humedeciendo en forma paulatina con la solución de agua y azúcar disuelta. Una vez distribuidos todos los materiales, se mezclaron, moviendo los materiales de un lado para otro hasta lograr una mezcla lo más homogénea posible. Durante este proceso se continúa humedeciendo en forma cuidadosa con el agua.

El control de la cantidad de agua se realizó de manera cualitativa, mediante la “prueba del puño”, técnica muy conocida y utilizada entre los productores que elaboran bocashi. Para esto se toma un puñado de la mezcla y se aprieta, el punto adecuado es cuando se forma un terrón que fácilmente se desmorona con la misma mano dejándola húmeda. Si al abrir la mano se desmorona por sí mismo, significa que le falta agua; si se



escurre es que tiene agua de más (Figura 10). Para corregir el exceso de agua se agrega más aserrín o suelo seco (Restrepo Rivera, 2022).



Figura 10. Prueba de consistencia de humedad del preparado de bocashi mediante la técnica “del puño”. La foto muestra el estado ideal.

Una vez mezclado, y con la humedad ideal, se procedió a distribuir el preparado de bocashi en un montículo de aproximadamente 1 m de alto. A partir de este momento, se controló la fermentación del preparado midiendo la temperatura con termómetro digital durante 15 días. Dado que al inicio del proceso de fermentación las temperaturas pueden ascender hasta los 70 °C, durante los 3 primeros días se realizaron hasta 3 volteos por día y así evitar la mortalidad de bacterias, levaduras y hongos beneficiosos para el suelo y las plantas. A partir del cuarto día se realizaron volteos una o dos veces al día hasta la obtención de temperatura constante, entre 20 y 25 °C, la cual se dio entre los días 14 y 15. En ese momento se obtuvo un bocashi con temperatura igual a la temperatura ambiente, de color gris claro, de aspecto arenoso seco y de consistencia suelta.

## **Caracterización físico-química del bocashi (Objetivo 1)**

La evaluación físico-química se realizó de manera cuantitativa y cualitativa, para esto, se tomaron 3 muestras de aproximadamente 0,5 kg cada una, durante el proceso de elaboración del bocashi, durante los días 1, 7 y 15 (n = 9).

Las muestras se secaron a temperatura ambiente y se tamizaron mediante tamiz de 2 mm y 0,5 mm. Se determinaron los siguientes parámetros: pH en agua (Inalbon y

Valenzuela, 2005); carbono orgánico (C), el cual se determinó por el método de Walkey & Black (1934) por oxidación con dicromato de potasio, luego el contenido de carbono orgánico del suelo puede expresarse como porcentaje de materia orgánica multiplicando el porcentaje de carbono por el factor 1,724. Este factor de "Van Bemmelen", se basa en la hipótesis que la materia orgánica del suelo tiene 58 % de carbono (Melgratti, 2005).

Además, se determinaron, fósforo extraíble disponible (Sommers y Nelson, 1972), contenido de nitrógeno total por Kjeldahl (Bremner y Mulvaney, 1982), los contenidos de potasio (Benson y Toth, 1963), y calcio (Schofield y Taylor, 1955).

La presencia de microorganismos en el bocashi se evaluó de manera cualitativa a mitad del proceso (día 7), y al momento que estuvo listo para ser utilizado (día 21). La misma se realizó mediante la visualización directa de actividad fúngica (arco biológico), principalmente levaduras, las cuales prevalecen por debajo de los 52 °C, temperatura óptima de maduración del bocashi.

Además, se realizó un análisis cualitativo de las propiedades químicas y biológicas de las muestras del bocashi, mediante cromatografía de Pfeiffer. Los cromatogramas permiten identificar la interacción entre las fracciones minerales y orgánicas del bocashi. Este es un método físico, y representa un instrumento tecnológico, rápido y sencillo que permite separar los distintos componentes del suelo en una mezcla para identificar, y en muchos casos determinar, la cantidad de dichos componentes. La técnica utilizada en este trabajo fue la cromatografía en papel (Restrepo Rivera y Pinheiro, 2011). Para esto, se tomó una muestra de 0,5 kg de bocashi, se secó, se tamizó a 0,5 mm. Una vez terminada esta etapa se pesó en balanza los 5 g necesarios para el análisis.

Por un lado, se preparó una solución de hidróxido de sodio y se utilizó nitrato de plata para sensibilizar el papel con el fin de realizar el análisis de las muestras de suelo. La dilución del hidróxido de sodio se realizó en una solución de 50 cc, preparado al 1%, dentro de un frasco de Erlenmeyer. Para la homogeneización de la muestra del bocashi en esta solución se agitó el frasco, de uno a tres minutos, en forma circular, de izquierda a derecha y de derecha a izquierda, se dejó en reposo por un período de 15 minutos y después se volvió a agitar de la misma manera. Nuevamente se dejó la muestra en reposo por un período de una hora, para luego agitarla una vez más por 1 o 3 minutos. Finalmente, se dejó en reposo absoluto durante 6 horas. Una vez completado este proceso se extrajo el sobrenadante de la muestra con una jeringa, en esta etapa se tuvo el máximo cuidado para no remover la parte sólida, que se encontraba asentada en el

fondo del frasco. En una caja de Petri, se vertió 10 cc a 15 cc del líquido extraído con la jeringa.

Por otro lado, se preparó una solución de nitrato de plata al 0,5%. Para esto se disolvió 0,5 g de nitrato de plata en 100 mL de agua destilada. Para impregnar con nitrato de plata, se preparó un papel de filtro circular de 15 cm de diámetro, al que se le perforó el centro con un sacabocados de 2 mm de diámetro para colocar el pabilo. Para delimitar el arrastre del suelo en el papel, se marcaron los límites de impregnación del nitrato de plata a 4 cm de distancia del centro del papel circular, y el recorrido final con la muestra de suelo previamente preparada a unos 6 cm del centro del papel. Esta operación de demarcación se realizó con una pequeña aguja. Para la impregnación del nitrato de plata hacia el papel de filtro circular, se realizó un pabilo del mismo papel filtro, de 2 cm de altura y 2 cm de diámetro. La impregnación se hace a través del pabilo, que previamente fue insertado por el agujero del centro del filtro. Para la impregnación se usaron cajas de Petri, de unos 10 cm de diámetro. Ya impregnado el papel filtro, se tomó por los bordes y se le retiró el pabilo, tirando suavemente desde abajo para evitar que se manche con gotas de nitrato de plata. El papel se dejó secar entre 3 y 4 horas en una cámara oscura, asegurando que no se filtre la luz.

Para realizar la “Corrida final de la muestra” o análisis del suelo propiamente dicho, se vertió en una caja de Petri, y con la ayuda de una jeringa de 20cc el sobrenadante de la muestra de suelo en la solución de hidróxido de sodio preparado al inicio. Se colocó el papel filtro con el pabilo en el centro, impregnado con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) encima de la caja de Petri (Figura 11), y se dejó correr hasta los 6 cm que previamente se marcaron en el papel de filtro, sobrepasando 2 cm la parte del papel que queda impregnada con el nitrato de plata.



Figura 11. Corrida del papel filtro impregnado con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ).

Finalmente, se retiró el pabalo y se pasó a la fase de revelado, para esto se dejó descansar el cromatograma en una superficie plana y limpia (Figura 12). Una vez secos se colgaron en una ventana de vidrio y se expusieron gradualmente, de forma indirecta a la luz solar, para que el revelado se estabilice. Ya secos los cromatogramas, se rotulan con lápiz en el espacio dónde no llegó la impregnación.

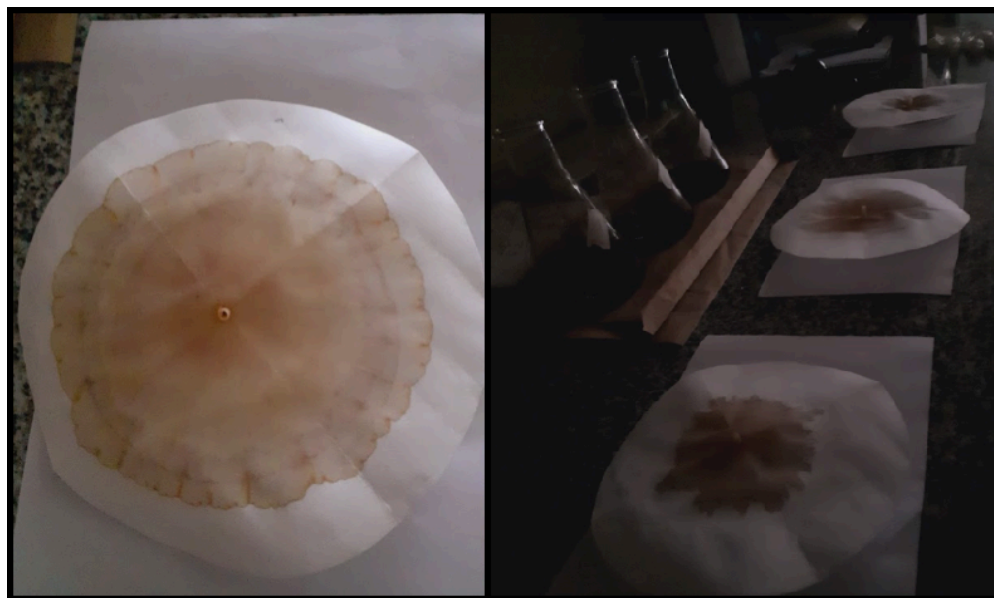


Figura 12. Corrida de la muestra.

El resultado final de este procedimiento es una cromatografía en la que se diferencian 3 zonas descritas por Restrepo Rivera (2011): Zona central de fracción mineral, zona intermedia de fracción orgánica, y zona externa de actividad enzimática o microbiológica. La interpretación de cada zona en las muestras de bocashi y de suelo así como la interacción de las mismas sigue a lo propuesto por Restrepo Rivera (2011).

La interpretación se basa en los colores, las transiciones entre fases, la distancia de las puntas y la cantidad de las mismas. Cada anillo representa una fase del suelo. El anillo más oscuro, de color marrón, representa la cantidad de materia orgánica, cuanto más grande es ese anillo, más stock de carbono tiene ese suelo. En cuanto a los dientes, lo ideal es que terminen en puntas, pero que sean de distintos tamaños y que haya varios dientes distintos. Además si hay como explosiones en las puntas de los dientes, sobre el final de la cromatografía, eso refleja una mayor actividad enzimática. La cromatografía habla en términos de salud e integración (Restrepo Rivera, 2011).

## **Evaluación del uso de bocashi como mejorador de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Objetivo 2)**

Se comparó, para el cultivo de papa, las características físicas y químicas del suelo con y sin aplicación de bocashi.

Se recolectaron en total 16 muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm, de acuerdo a lo recomendado por Mendoza y Espinosa (2017), porque es donde se desarrolla el mayor porcentaje de producción de la papa. Las muestras, de aproximadamente 0,5 kg, se tomaron desde antes de la primera labor, hasta luego de retirada la papa, aproximadamente unos 120 días según el siguiente esquema:

El día 14 de octubre se tomaron al azar cuatro muestras de suelo, previo a la elaboración de los surcos, que se consideraron testigos, del sector donde se realizaría el ensayo. Dos muestras del sector donde se aplicaría bocashi y dos del sector donde no se aplicaría bocashi.

El 15 de octubre se realizó la siembra del cultivo y la primera aplicación de bocashi en los surcos destinados a ese tratamiento.

El 18 de octubre se tomaron dos muestras de suelo elegidas al azar, de los surcos con aplicación de bocashi y dos muestras elegidas al azar de los surcos sin aplicación de bocashi.

El 30 de noviembre se realizó la segunda aplicación de bocashi en uno de los surcos del cultivo que ya tenía una aplicación. El 10 de diciembre se tomaron dos muestras al azar dentro de este surco.

El 20 de febrero se cosechó la totalidad del cultivo.

El 22 de febrero se tomaron dos muestras de suelo al azar, de los surcos que tenían una sola aplicación de bocashi, dos muestras del surco donde había dos aplicaciones de bocashi y dos muestras del sector donde no se había aplicado bocashi.

De esta manera se obtuvieron en total cuatro muestras de suelo testigo, cuatro muestras de suelo del cultivo con una aplicación de bocashi, cuatro muestras de suelo del cultivo con dos aplicaciones de bocashi y cuatro muestras de suelo del cultivo sin aplicación de bocashi.

En laboratorio, las 16 muestras de suelo fueron acondicionadas (secado en estufa a 30 °C hasta obtener un peso constante y tamizado en malla de 2 mm), para realizar análisis químicos.

Se determinó densidad aparente, de los primeros 5 cm de suelo por el método del cilindro, pH por potenciometría en agua (relación suelo-agua 1:2,5) (Inalbon y Valenzuela, 2005), fósforo (Sommers y Nelson, 1972), Carbono orgánico (Walkley & Black, 1934), y por oxidación con dicromato de potasio, este valor se multiplicó por el factor de 1,724 para obtener el porcentaje de la materia orgánica (MO) (Melgratti, 2005), contenido de Nitrógeno total por Kjeldahl (Bremner y Mulvaney, 1982), los contenidos de calcio y potasio, fueron determinados a partir del extracto con acetato de amonio, el potasio en fotómetro de llama (Benson y Toth, 1963), y calcio por titulación con EDTA (Schofield y Taylor, 1955).

La densidad aparente y la medición de pH se realizó en el laboratorio de la Sede Atlántica de la UNRN. Los valores de carbono, nitrógeno, potasio, calcio y fósforo, fueron determinados en el laboratorio LACAR, CURZA, Universidad Nacional del Comahue.

De la misma manera que con el bocashi, como complemento del análisis químico cuantitativo, se analizaron las muestras de suelo del cultivo con un método cualitativo mediante análisis cromatográfico. Este análisis permitió además, comparar las distintas fases, y sus relaciones en las muestras provenientes de los tratamientos de suelo con y sin aplicación de bocashi.

### **Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (Objetivo 3)**

Se determinó el rendimiento del cultivo de papa con relación al agregado de una y dos dosis de bocashi al suelo y sin agregado de bocashi. Las variables de evaluación del rendimiento fueron: cantidad y peso total de la papa obtenida en los diferentes tratamientos. Luego de cosechada la papa se registraron las cantidades totales por tratamiento, y los pesos de cada papa, obteniendo el rendimiento en cantidad y peso total de cultivo por tratamiento.

### **Análisis de datos**

Se compararon las diferentes variables químicas del suelo para los tratamientos “bocashi”, “suelo testigo”, “suelo con una aplicación de bocashi”, “suelo con dos

aplicaciones de bocashi” y “suelo sin aplicación de bocashi”, mediante análisis de la varianza (ANOVA), luego de verificar que se cumplieran con los supuestos de normalidad de residuos (prueba de Shapiro-Wilk), homocedasticidad (Prueba de Levene) e independencia de observaciones. Se evaluó si las diferencias entre los promedios obtenidos para cada variable eran significativas entre los diferentes tratamientos mediante el test HSD de Tukey con un nivel de confianza de 95 %. La unidad muestral considerada fue la muestra de suelo de los surcos pertenecientes a los diferentes tratamientos, por lo que las variables medidas fueron promediadas para la superficie ocupada por cada tratamiento en la chacra. En el caso del bocashi, la unidad muestral fue la muestra tomada en tres momentos diferentes del proceso de elaboración del bocashi.

Para evaluar si existieron diferencias significativas entre aplicar una o dos dosis de bocashi al suelo del cultivo, se realizó una comparación de medias con un test de Tukey (nivel de confianza de 95 %). Este análisis estadístico también se realizó para comparar el rendimiento (en kg) de la papa.

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software Infostat (Di Rienzo, 2017)

## **RESULTADOS**

### **Caracterización química y biológica del bocashi**

#### **Caracterización química**

La muestra de bocashi presentó en promedio 2,74 % de materia orgánica, 0,18 % de nitrógeno total, 192,6 mg/kg de fósforo disponible, 2893 mg/kg de potasio y 9,5 g/kg de calcio.

Estos resultados se tomarán como base para comparar con los hallados en las muestras de suelo del cultivo de papa con y sin aplicación de bocashi.

#### **Caracterización biológica**

Se identificó presencia fúngica en la muestra ya madura de bocashi (Figura 13). Dado que no se pudo identificar la composición específica en la muestra, se analizará la relación entre los componentes químicos y biológicos del bocashi con el análisis cromatográfico.



Figura 13. Presencia de hongos en la muestra de bocashi.

## **Características físicas, químicas y biológicas del suelo del cultivo con bocashi y sin bocashi**

### **ANÁLISIS CUANTITATIVO**

El suelo previo a las tareas para realizar el cultivo (tratamiento ST) presentó mayor densidad aparente ( $0,86 \text{ g/cm}^3$ ) y se diferenció significativamente de los tratamientos con y sin aplicación de bocashi. El suelo con bocashi ( $0,60 \text{ g/cm}^3$ ) no presentó diferencias significativas con respecto al suelo sin bocashi ( $0,68 \text{ g/cm}^3$ ), si bien en promedio el suelo con bocashi es menor en densidad aparente (Figura 14).



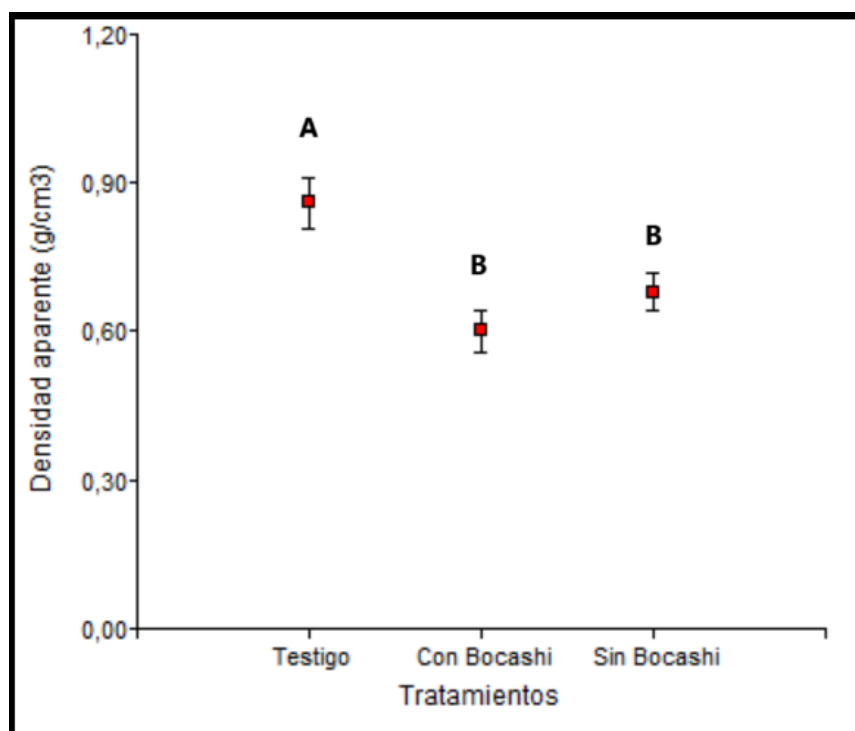


Figura 14. Densidad aparente para las muestras testigo (suelo previo a trabajos de labranza primaria), cultivo sin bocashi y cultivo con bocashi. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

El pH no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Varió entre 7,15 y 7,34, con el valor más bajo en el suelo testigo y el más alto en el suelo con dos aplicaciones de bocashi (Figura 15.1).

Los valores de calcio, potasio, fósforo y materia orgánica encontrados en las muestras de bocashi fueron significativamente más altos que los encontrados en los diferentes tratamientos (Figura 15).

Para el caso del calcio, los tratamientos del suelo testigo y del suelo sin aplicación de bocashi no se diferenciaron significativamente y presentaron los valores promedios más bajos (7,22 g/kg y 7,29 g/kg respectivamente) con respecto al resto de los tratamientos. Si bien los tratamientos con una y dos aplicaciones de bocashi presentaron valores más altos de calcio (7,41 g/kg y 7,51 g/kg respectivamente), no presentaron diferencias significativas entre ellas y con el suelo sin aplicación de bocashi, pero se diferenciaron significativamente del suelo testigo (Figura 15.2).

El potasio presentó valores significativamente más altos en las muestras con una y dos aplicaciones de bocashi (557 mg/kg y 723 mg/kg respectivamente) con respecto a la

muestra sin bocashi (599 mg/kg) y tratamiento de suelo testigo (632 mg/kg), pero sin diferencias significativas entre el tratamiento con una aplicación de bocashi con respecto al de dos aplicaciones de bocashi. De la misma manera, los tratamientos sin bocashi y suelo testigo no presentaron diferencias significativas (Figura 15.3).

Para el caso del fósforo, no se encontraron diferencias significativas entre las muestras con una aplicación y dos aplicaciones de bocashi (21,20 mg/kg y 27,15 mg/kg respectivamente), pero sí se diferenciaron significativamente de los tratamientos de suelo testigo y sin aplicación de bocashi (23,27 mg/kg y 26,93 mg/kg respectivamente), presentando solo la muestra con dos aplicaciones de bocashi valores más altos de contenido de fósforo con respecto a las muestras sin aplicación de bocashi y testigo (Figura 15.4).

El porcentaje de nitrógeno no presentó diferencias significativas entre la muestra de bocashi (0,18%) y los tratamientos con una (0,18%) y con dos aplicaciones (0,16%) de bocashi, pero sí se diferenciaron de los tratamientos del suelo sin bocashi (0,08%) y del suelo testigo (0,07%), presentando estas últimas valores muy por debajo de los encontrados en las muestras con aplicación de bocashi (Figura 15.5).

Con respecto al porcentaje de materia orgánica, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con y sin bocashi, sin embargo hay una tendencia de mayor contenido de materia orgánica en los tratamientos con una aplicación de bocashi (1,90 %) y con dos aplicaciones de bocashi (1,91%) respecto al tratamiento sin bocashi (1,40%) y suelo testigo (1,30%). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre las muestras de suelo con una aplicación de bocashi y dos aplicaciones de bocashi (Figura 15.6).

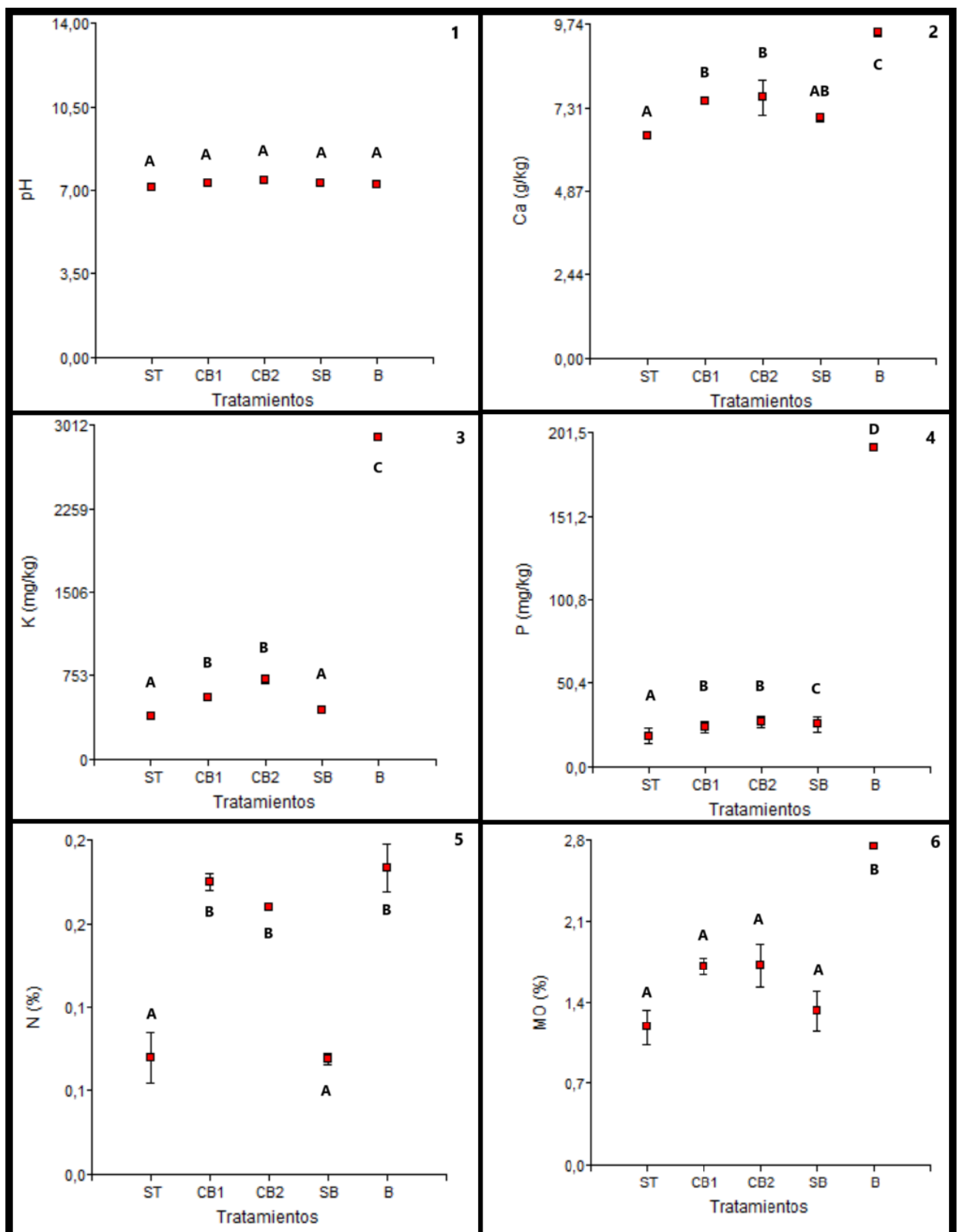


Figura 15. Valores de pH (1), Contenidos de calcio (2), potasio (3), fósforo (4), porcentaje de materia orgánica (5) y porcentaje de materia orgánica (6). Ref: ST: muestra de suelo testigo, B, muestra de suelo de bocashi, SB, muestra de suelo sin bocashi, CB1, muestra de suelo con una aplicación de bocashi, CB2 muestra de suelo con dos aplicaciones de bocashi. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

## ANÁLISIS CUALITATIVO

En la cromatografía realizada en la muestra de bocashi se diferencian las 3 zonas descritas por Restrepo Rivera (2011): Zona central de fracción mineral, zona intermedia de fracción orgánica, y zona externa de actividad enzimática o microbiológica.

La zona interna de fracción mineral presentó un color gris, donde se concentran la mayoría de las reacciones minerales de la muestra. Aunque no está integrada con la siguiente zona, sigue siendo aceptable, ya que el color gris indica mucha humedad durante el proceso de elaboración. La zona intermedia, de color marrón oscuro, no está integrada a la zona interna. Esta zona contiene una elevada cantidad de materia orgánica, muy soluble y con mucha actividad biológica. La zona enzimática presenta terminaciones en forma de dientes. En general, todo el cromograma presenta poca integración entre las zonas (Figura 18 A).

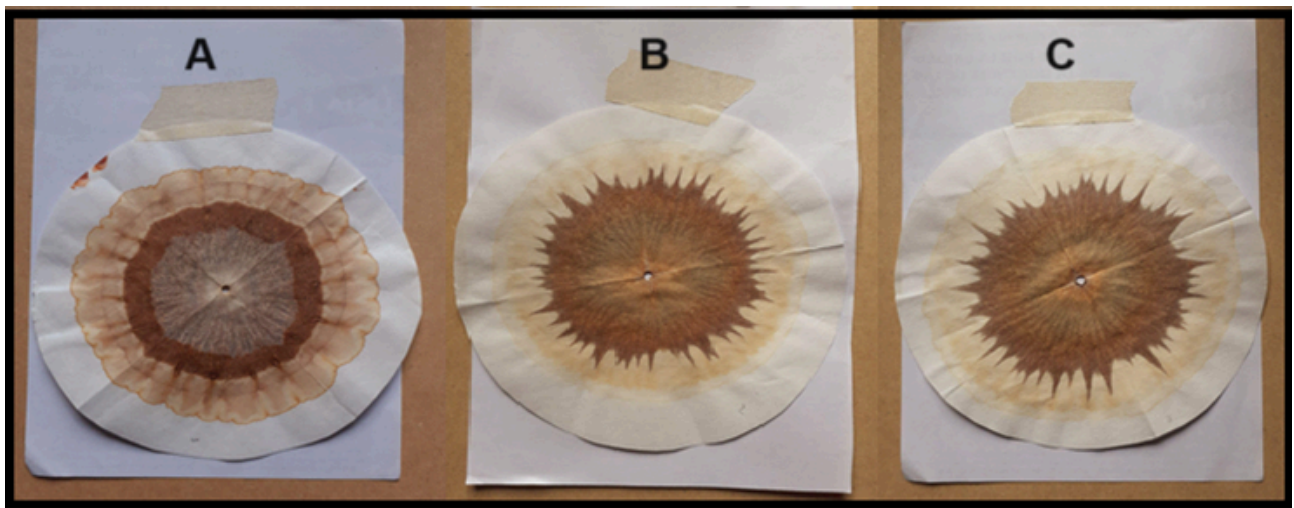


Figura 16. Cromatografía de muestras del bocashi (A), muestra del suelo del cultivo con aplicación de bocashi (B), y muestra sin aplicación de bocashi (C).

Dado que no se encontraron diferencias significativas en las determinaciones de los diferentes nutrientes en los tratamientos de suelo con una aplicación de bocashi y suelo con dos aplicaciones de bocashi, las cromatografías de suelo se realizaron para los tratamientos con una aplicación de bocashi y sin aplicación de bocashi.

Los análisis de las muestras de suelo del cultivo de papa con bocashi (Figura 16 B) y del suelo sin bocashi (Figura 16 C) son muy similares entre sí. Ambas presentan un desarrollo radial lineal con ramificación de plumas que terminan en dientes puntiagudos, lo cual indica presencia de materia orgánica. Una zona interna oscura, uniforme que marca predominio de algún mineral, y una zona intermedia con poca presencia de materia

orgánica. La zona externa presenta pocos rasgos de actividad biológica con integración entre zona orgánica y zona enzimática (Figuras 16 B y C).

## Rendimiento del cultivo.

En una superficie de 350 m<sup>2</sup> de la chacra, el peso total de la cosecha de papa, presentó diferencias significativas entre los tratamientos sin y con aplicación de bocashi (Figura 17). Al comparar los tratamientos con una aplicación de bocashi y con dos aplicaciones de bocashi, si bien éste último tratamiento presentó papas de menor peso, no hay diferencias significativas entre estos dos tratamientos (Figura 17, Tabla 2).

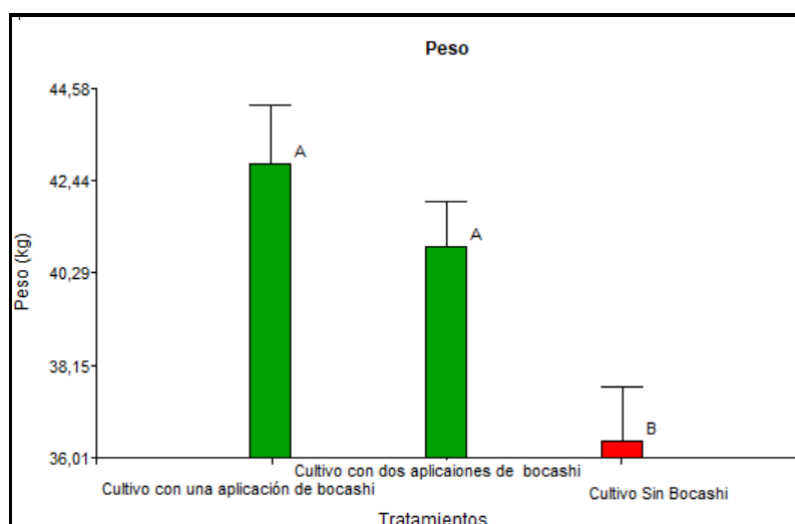


Figura 17. Rendimiento de papa con respecto al peso promedio del cultivo con una aplicación de bocashi, con dos aplicaciones de bocashi y sin aplicación de bocashi. Medias con una letra común no son significativamente diferentes. ( $p > 0,05$ ).

Los tratamientos con aplicación de bocashi duplicaron el rendimiento en peso y triplicaron el número de papines obtenidos (Tabla 2). Del tratamiento con una aplicación de bocashi se obtuvieron 264 papas en total, (2,6 papas m<sup>2</sup>), con un peso total de 68,8 kg o 6,8 tn/ha, (Tabla 2). Del tratamiento con dos aplicaciones de bocashi se obtuvo 397 papas en total, (3,9 papas/m<sup>2</sup>, con un peso total de 51,8 o 5,2 tn/ha, (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento (cantidad y peso) del cultivo de papa para los tratamientos sin bocashi (SB), con una aplicación de bocashi (CB1) y con dos aplicaciones de bocashi (CB2). Ref: Sup de cultivo, Superficie de cultivo; Cant. total, Cantidad total de papas; Cant./m<sup>2</sup>, Cantidad/m<sup>2</sup>.

Tratamiento	Sup. de cultivo (m <sup>2</sup> )	Cant. total	Cant./m <sup>2</sup>	Peso total (kg)	Peso (Kg/m <sup>2</sup> )	Peso (tn/ha)
SB	150	229	1,5	54,6	0,34	3,4
CB1	100	264	2,6	68,8	0,68	6,8
CB2	100	397	3,9	51,8	0,51	5
Total con aplicación de bocashi	200	661	3,3	120,6	0,60	6

## DISCUSIÓN

### Análisis cuantitativo y cualitativo del bocashi y suelo del cultivo

Los análisis químicos del bocashi, muestran contenidos de materia orgánica, nitrógeno total, calcio, fósforo y potasio significativamente más altos que los encontrados en las muestras de suelo con cultivo. Además, la caracterización cualitativa del bocashi permitió detectar presencia microbiológica o actividad enzimática en la fase externa de la cromatografía en la muestra de bocashi ya madura. Estos resultados podrían indicar que la enmienda preparada representa una fuente importante de aporte de nutrientes para el cultivo de papa. Su incorporación al suelo, y por ende su contribución a mejorar las condiciones del suelo, dependerá de la dosis de aplicación y su dilución en el suelo. En este trabajo final de carrera, la dosis de bocashi utilizada fue la recomendada por las familias productoras (0,3 kg/planta). Al contrastar los valores de los contenidos de fósforo, potasio, calcio, nitrógeno y materia orgánica de las muestras de suelo testigo y sin aplicación de bocashi con las muestras de suelo con una y dos aplicaciones de bocashi, en todos los casos, las muestras con aplicación de bocashi presentaron diferencias significativas, con valores más altos, con respecto a las muestras de suelo sin aplicación de bocashi. Este resultado es especialmente importante ya que el cultivo de papa requiere una buena cantidad de nutrientes para su desarrollo, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio (Pumisacho y Sherwood, 2002; Huarte y Capezio, 2013), por lo tanto estaría indicando que la dosis utilizada fue adecuada para incorporar los nutrientes del bocashi al suelo.

Los suelos del partido de Patagones, en general, pertenecen al orden de los Aridisoles, por lo que son de textura arenosa a franco-arenosa, con bajos contenidos de materia orgánica (menor al 1 %), baja retención de humedad y de baja capacidad productiva. Estas características determinan que los suelos tienen severas limitaciones para la agricultura (Godagnone y Bran, 2009). Los valores de materia orgánica encontrados en los suelos de la chacra donde se realizó el ensayo fueron superiores al 1 %, lo que estaría indicando que la historia de uso del suelo habría mejorado las condiciones nutricionales a lo largo del tiempo.

El sector de la chacra donde se realizó el cultivo de papa, era una zona donde previamente se encontraba un monte frutal, por lo que no hubo un cultivo hortícola previo en ese sector. En este sentido, los valores de densidad aparente en el suelo al inicio del cultivo, fueron significativamente mucho mayores que los del suelo a los que se realizaron tareas de preparación de labranza primaria con tractor y cincel para la plantación de la papa. Estos resultados coinciden con los de González et al. (2019), quienes encontraron que el uso del paratril permitió reducir la resistencia mecánica a la penetración y la densidad aparente de los suelos. Si bien no se encontró diferencias significativas entre la densidad aparente del suelo al que se aplicó bocashi, con respecto al que no se aplicó, la densidad aparente del suelo con bocashi, es menor a la encontrada en el suelo sin bocashi, lo que estaría indicando una cierta influencia de la enmienda a las condiciones físicas del suelo, como por ejemplo porosidad y aireación, lo cual favorece la dinámica hídrica en el suelo y disponibilidad de algunos nutrientes que aporta el bocashi al cultivo (Cairo, 1982). En este sentido, Hossne (2008) encontró que, en el proceso de expansión/contracción del suelo, ocasionado por los cambios de humedad y porosidad, el volumen total de una masa considerada de suelo varía, produciendo cambios en la densidad aparente. Las densidades aparentes del suelo son alteradas y varían en forma inversamente proporcional a la humedad y aireación. Por lo tanto, las labores de preparación del suelo, el riego y agregado de bocashi, influyeron positivamente en la densidad aparente del suelo del cultivo, pudiendo influir en el tamaño de las papas cosechadas (Abril, 2003).

La interpretación visual de las cromatografías realizada sobre la base bibliográfica de Restrepo Rivera (2011) y Restrepo Rivera y Pinheiro (2011), mostró pocas diferencias entre el suelo con una aplicación de bocashi y sin aplicación de bocashi. Ambos análisis presentaron colores y formas de las diferentes fases que determinan buena integración y salud general. Los colores pasteles en las fases internas, reflejan buen contenido de

minerales, permiten inferir que hubo poca actividad de maquinaria agrícola, poca o nula aplicaciones de abonos químicos (Restrepo Rivera y Pinheiro, 2011). También ambos suelos mostraron integración con la fase orgánica, la fase intermedia, encontrando transición entre ambas fases, con presencia de “rayos” internos en forma de “plumas”, característico de suelos con buena formación, aireación y estructura (Restrepo Rivera y Pinheiro, 2011). Según Restrepo Rivera (2011), las cromatografías de los suelos de la chacra se corresponden con suelos propios de un lugar donde se cultivan hortalizas orgánicas, donde los cultivos no sufren deficiencia nutricional, por lo que estos resultados podrían estar vinculados a una alta actividad biológica de los suelos de la chacra donde se realizó el estudio.

Es importante mencionar que existen varios factores abióticos que influyen en la vida de los microorganismos en el suelo. Uno de los factores más importantes es el pH. Una modificación de éste puede activar o casi inactivar las enzimas de los microorganismos; el pH también actúa sobre la disponibilidad o fijación de minerales nutritivos. Para el cultivo de papa se considera óptimo un pH ligeramente ácido a neutro, en el rango de 5,5 a 7,5, ya que ayuda a minimizar el riesgo de ciertas enfermedades del suelo (Calvo Vélez et al., 2008). Las mediciones de acidez de los suelos de los diferentes tratamientos del cultivo de la chacra arrojaron valores entre 7,00 y 7,34, por lo que los suelos del predio son de valores neutros a ligeramente alcalinos y son óptimos para la absorción de nutrientes.

## **Rendimiento del cultivo**

El rendimiento del cultivo de papa duplicó el peso en la cosecha con aplicación de bocashi, con respecto al total obtenido en la cosecha sin aplicación de bocashi, ya que la variación en el porcentaje de rendimiento entre el cultivo con bocashi y el cultivo sin bocashi fue del 119.8%. Esto sugiere que la aplicación de bocashi impacta positivamente en el rendimiento de la papa. Es importante tener en cuenta que este resultado se basa en un solo ciclo de cultivo y en un tipo de suelo específico. Para obtener conclusiones más generales, se necesitan estudios a largo plazo en diferentes condiciones.

La aplicación de dos dosis de bocashi arrojó resultados controversiales, ya que aumentó tres veces el número de papines obtenidos pero el peso total no aumentó significativamente al duplicar la dosis de bocashi, ya que disminuyó un 24,6 %. Gramaglia (2019) también registró una variación en el rendimiento en peso en una experiencia



realizada en Traslasierra, Córdoba, Argentina. Realizó un cultivo de papa dentro de un encuadre agroecológico, reemplazando fertilizantes de síntesis química por una y dos dosis de bocashi. Encontró que el cultivo con dos aplicaciones de bocashi fue 3,4 % menos productivo que el obtenido con una aplicación de bocashi. Destaca además, que el reemplazo de insumos químicos dolarizados por insumos orgánicos pesificados y elaborados en forma artesanal por una familia productora, ha permitido reducir los costos de producción por unidad de superficie y por bolsa de papa lograda. Si bien en este trabajo final de carrera no se realizó un análisis de costos de producción, la elaboración del bocashi fue de bajo costo ya que los únicos ingredientes que se compraron fueron levadura y azúcar, los cuales son fácilmente reemplazables por otros insumos de descarte, como por ejemplo bagazo de cebada, en la industria cervecera (Pellegrini et al 2020). Es importante destacar la importancia de la utilización de este tipo de enmienda orgánica en cultivos agroecológicos ya que no sólo contribuye con la disminución de los riesgos financieros, sino que también generan un menor impacto sobre la salud del ambiente, de forma más igualitaria entre las personas, y logrando soberanía alimentaria (Chiappe 2002; Altieri y Nicholls 2000). Además, Chaboussou (1987) sugiere que las plantas sanas y bien nutridas son menos susceptibles a plagas y enfermedades, por lo que no solo fortalece las plantas, sino que también contribuye a la regeneración del ecosistema.

En este contexto, los resultados obtenidos coinciden con la hipótesis planteada, ya que el uso de una enmienda orgánica, rica en nutrientes, como el bocashi, mejora la salud del suelo y, por ende, la de las plantas. Esto también contribuye con la reducción de la dependencia de agroquímicos y promueve una agricultura más sostenible y saludable.

# CONCLUSIONES

Este trabajo final de carrera, representa un antecedente técnico para familias productoras que estén realizando una transición agroecológica y deseen realizar una sustitución paulatina de insumos químicos por biológicos, con el objetivo de diseñar sistemas productivos más sustentables desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental.

La agroecología se aprende haciendo, llevando las prácticas a campo, intercambiando los conocimientos ancestrales y populares, realizando ensayos a campo con las familias productoras, creando ambientes de confianza, probando y ajustando los principios agroecológicos, promoviendo la organización de base, estimulando la ayuda mutua, desarrollando talleres participativos.

# BIBLIOGRAFÍA

- Abril, A., 2003. ¿Son los microorganismos edáficos buenos indicadores de impacto productivo en los ecosistemas?. *Ecología austral*. 13 (2). 195-204.
- Altieri M. A., 1991 ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En: *Agroecología y Desarrollo*. Clades (1) 1:25.
- Altieri M. A. y C. I. Nicholls, 2000. *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Primera edición. Serie de textos básicos para la formación ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F. México. 250 pp.
- Benson, D. W. y S. J. Toth, 1963. Availability of Ca and K adsorbed on clay minerals and soils. *Soil Science*. 95 (3): 196-203.
- Bonifacio Maylle, L. M., 2021. Efecto de dos tipos de abonos orgánicos sobre las propiedades físicas, químicas en suelo degradado y su influencia en el crecimiento del paca (*Inga Feuilleei*) en Supte San Jorge–Leoncio Prado, Huánuco–2019-2020. Tesis doctoral. Universidad de Huanuco Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Ambiental. 124 Pp. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3179>
- Bremner J. M. y C. S. Mulvaney, 1982. Nitrogen total. In: Al Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological properties. 2da. edn. Agron. Monog 9. Am. Soc. Agronomy Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, EEUU: 595-624.
- Cairo, P., 1982. Relaciones entre la materia orgánica y las propiedades estructurales de los suelos. *Centro Agrícola*. 9 (2): 73-9.
- Calvo Vélez, P., L. Reymundo Meneses y D. Zúñiga Dávila, 2008. Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas. *Ecología aplicada*. 7 (1-2): 141-148.
- Chaboussou, F., 1987. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (A teoria da trofobiose) (Plantas enfermas por el uso de agrotóxicos: la teoría de la trofobiosis). L&PM Editores, Porto Alegre.

- Chiappe, M., 2002. Dimensiones sociales de la agricultura sustentable. *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable*: 83-98.
- Cerrato, M. E., Leblanc, H. A. & C. Kameko, 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3(2), 183-197.
- De Bertoldi, M., M. P. Ferranti, P. L'hermite y F. Zucconi, 1987. Compost: production, quality and use. *Elsevier Applied Science. London*,(41145), 853.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. González; M. Tablada & C. W. Robledo, 2017. *InfoStat versión 2017*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Fernández Alduncin, R. J., P. Rush y M. C. Plencovich, 2019. Agroecología y agricultura industrial: ¿dos culturas irreconciliables?. *Agronomía y Ambiente. Revista de la Facultad de Agronomía UBA*. 39 (2): 69-84.
- Freire, P., Torres, R. M. & S. Mastrangelo, 1994. *Cartas a quien pretende enseñar* (Vol. 2). México DF: Siglo xxi.
- Galantini, J. A., 2002. Contenido y calidad de las fracciones orgánicas del suelo bajo rotaciones con trigo en la región semiárida pampeana. INTA, Argentina. *RIA* 30: 125–146.
- Garro Alfaro J., 2017. El suelo y los abonos orgánicos. Acciones climáticas en el sector agropecuario. INTA. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica.
- Godagnone R. E. y D. E. Bran, 2009. Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de Río Negro: geología, hidrogeología, geomorfología, suelos, clima, vegetación y fauna. 1ra edición, INTA, Buenos Aires, Pp. 392.
- Goites, E., 2008. Manual de cultivos para la huerta orgánica, INTA, Buenos Aires. 136 p.
- González, G. M., M. A. Luna y H. J. Hernández, 2019. Cambios en la resistencia mecánica de suelos con el uso del paratil en lotes de productores del partido de Patagones. Boletín técnico N° 25. Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 9 Pp.
- Gramaglia, C. I., 2019. Manejo agroecológico de un cultivo de papa en Traslasierra. Resultados productivos y económicos de una fertilización orgánica. AER Villa Dolores, INTA.
- Hossne, A. J., 2008. La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso

- expansión/contracción del suelo. *Terra Latinoamericana*. 26 (3): 195-202.
- Huarte M. A. y S. B. Capezio, 2013. Cultivo de papa. Asignatura cultivo de papa. Unidad Integrada Balcarce Inta FCA. UNMdP.  
[http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-depapa/at\\_multi\\_download/file/INTA-%20huarte\\_capezio\\_papa2013.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-depapa/at_multi_download/file/INTA-%20huarte_capezio_papa2013.pdf)
- Inalbon M. R. y A. M. Valenzuela, 2005. *Procedimientos analíticos para suelos normales y salinos. Técnicas utilizadas en el laboratorio de suelos y agua*. Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña. Chaco. Argentina.
- Marrache, K. R., Rofner, N. F. y F. E. Mamani, 2019. Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 6 (2): 21-28.
- Melgratti, M. R. 2005. *Procedimientos analíticos para suelos normales y salinos. Técnicas utilizadas en el laboratorio de suelos y agua*. INTA. Estación Experimental Agropecuaria, Sáenz Peña - Chaco – Argentina. 28 Pp.
- Mendoza, R. B. y A. Espinosa, 2017. *Guía técnica para muestreo de suelos*. Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services. Managua, Nicaragua.
- Negro, M. J., Ciria, P., Solano, M. L., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, R. y C. Zaragoza, 2000. *Production and management of compost. Informaciones Técnicas-Gobierno de Aragón, Centro de Técnicas Agrarias (España)*.
- Pellegrini, A. E., Balagué, L. J., Fermoselle, G., Logroño, D., y M. I. Troncozo, 2020. *Uso de residuos de la industria cervecera y producción animal para la elaboración de bokashi y compost*. En: XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo "Suelos: desafíos para una producción y desarrollo sustentables"(Corrientes, 13 al 16 de octubre de 2020).
- Portillo, N., E. Morataya, E. Santos y F. Cárcamo, 2011. *Elaboración y uso del bocashi*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) El Salvador. GCP/ELS/007/ SPA. FAO. 16 pp.
- Pumisacho, M. y S. Sherwood, 2002. *El cultivo de la papa en Ecuador*. Editorial Abya Yala.
- Ramos Agüero, D., E. Terry Alfonso, F. Soto Carreño y J. A. Cabrera Rodríguez, 2014. *Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del toro*, Panamá. *Cultivos Tropicales*. 35 (2): 90-97.

- Restrepo Rivera J., 2007. *El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas*. 1 ed. SIMAS. Managua, Nicaragua, 262 pp.
- Restrepo Rivera J., 2010. *Las mazorcas de maíz eran tan largas. Preparados Básicos en Agricultura Orgánica*. Méjico.
- Restrepo Rivera, J. R. 2022. *Mierda a la carta: Un nuevo ABC de la agricultura orgánica*. Ibukku LLC.
- Restrepo Rivera, J. y S. Pinheiro, 2011. *Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo* (No. 543.089 R436c).
- Sánchez, R. M., 2011. Historia de la evolución de las condiciones ambientales de los partidos bonaerenses Villarino y Patagones. En: *Jornada Evolución y Futuro del Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense*. Bahía Blanca, Argentina.
- Sarandón S. J., M. S. Zuluaga, R. Cieza, C. Gómez, L. Janjetic y E. Negrete, 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* 1: 19-28.
- Sarandón S. J., 2014. La Agroecología: Integrando la enseñanza, la investigación, la extensión y los agricultores. *Cuadernos de Agroecología* 9 (1): 1-6.
- Sarandón S. J. y C. C. Flores, 2014. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 467 pp.
- Saunders W. M. H. & E. G. Williams., 1955. Observations on the determination of total organic phosphorus in soil. *J. Soil Sci.* 6:254-267.
- Schofield, R. K. y Taylor, A. W. 1955. The measurement of soil pH. *Soil Science Society of America Journal*. 19 (2): 164-167.
- Seba, N., V. Cecchini, G. Vera, A. Telleria, M. T. Doñate, S. Arriagada, B. Sidoti Hartmann, G. Peter; S. Torres Robles, R. Soruco, M. Chorolque, D. Caucota y M. Zerpa, 2019. Transiciones agroecológicas en la horticultura del valle inferior del río Negro. Estrategias, logros y limitantes en el camino a la sustentabilidad. En: *5° Congreso del Foro de Universidades Nacionales para la Agricultura Familiar*.
- Sommers, L. E. y D. W. Nelson, 1972. Determination of total phosphorus in soils: a rapid perchloric acid digestion procedure. *Soil Science Society of America Journal*. 36 (6): 902-904.

Walkley, A. y I. A. Black, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*. 37 (1). 29-38.