

## TRABAJO

# EVALUACIÓN DE LA INOCUIDAD MICROBIOLÓGICA DEL BIOPREPARADO SUPERMAGRO

## EVALUATION OF SUPERMAGRO BIOPREPARATION MICROBIOLOGICAL INNOCUOUNESS

García A. E.<sup>1</sup>, Catacata A.<sup>1</sup> y Alvarez S. E. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Innovación y Validación de Tecnología Agroecológica (LIVTA). Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF)-Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. (CP4600)

\*Autor para correspondencia:  
arturogarcia@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:  
Diciembre 2024

Historial:  
Recibido: 10/04/2024  
Aceptado: 10/09/2024

### RESUMEN

El Supermagro representan una alternativa frente a los fertilizantes químicos para el manejo agroecológico; sin embargo, su calidad e inocuidad ha sido cuestionada debido a su composición que incluye guano fresco. El objetivo fue verificar la integridad del biopreparado y brindar características identificables a campo. Las variables analizadas fueron el número más probable (NMP) de coliformes totales y presencia /ausencia de coliformes fecales a los 8 y 15 días de preparado, según Normas ICMSF. Los resultados mostraron niveles elevados de coliformes totales, presencia de coliformes fecales y de *E. coli* a los 8 días de preparación, con pH 8. A los 15 días se obtuvo ausencia de coliformes totales, coliformes fecales y de *E. coli*., lo que demuestra que el proceso se completó con pH 5. Estos parámetros se correlacionan con variables como el color ámbar brillante y traslúcido, olor a fermentación alcohólica y la formación de una nata blanca.

**Palabras clave:** agroecología, sustentabilidad, sanidad

### SUMMARY

Supermagro represents an alternative to chemical fertilizers for agroecological management; however, its quality and safety have been questioned due to its composition, which includes fresh guano. The objective was to verify the biopreparation integrity and to provide identifiable characteristics in the field. The variables analysed were the most probable number (MPN) of total coliforms and presence/absence of faecal coliforms at 8 and 15 days of preparation, according to ICMSF Standards. The results showed high levels of total coliforms, presence of faecal coliforms and *E. coli* at 8 days of preparation, at pH 8. After 15 days, the absence of total coliforms, faecal coliforms and *E. coli* was obtained, which shows that the process was completed at pH 5. These parameters

correlate with variables such as bright and translucent amber colour, alcoholic fermentation odor and the formation of milk skin.

**Keywords:** agroecology, health, sustainability

## INTRODUCCIÓN

La producción bajo el enfoque agroecológico es hoy una de las más relevantes propuestas generadas para la producción de alimentos de forma sustentable y en un marco de soberanía alimentaria. Pero en la actualidad para la reconversión desde una producción con agroquímicos y monocultivo a un esquema agroecológico es necesario contar con tecnología de apoyo para dicha transición.

Las prácticas ancestrales son fuente valiosa de saberes empíricos asociados al manejo nutricional o sanitario de los cultivos. Muchos de estos saberes corresponden a lo que ahora llamamos biopreparados. Entendiéndose el término “Biopreparado” a todo insumo elaborado en base a la combinación o mezcla de sustancias de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza, que tienen propiedades nutritivas para las plantas y/o controladoras, repelentes o atrayentes de plagas y enfermedades o son utilizadas como enmienda o sustrato; que se hayan obtenido mediante un procedimiento de tipo y escala artesanal, a partir de recursos mayoritariamente de obtención local a excepción de aquellas procedentes de zonas de producción exclusivas de ciertas partes del territorio nacional, y accesible a todo usuario final.

El “supermagro” (SM), creado en Brasil por Magro (de ahí surge el nombre) es un biopreparado producido bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y ha mostrado efectos estimulantes de crecimiento en cultivos como maracuyá (Rodríguez, Cavalcante, Oliveira, Sousa & Mesquita, 2009). Se demostró también, que ayuda a acumular mayor contenido de materia seca y peso fresco en cultivos de lechuga (Bonillo, Filippini & Lipinski, 2015) y hasta es capaz de aumentar el contenido de azúcares reductores, lo que nos indica una mejora en el estado nutricional y por lo tanto favorecieron las condiciones de crecimiento y el aumento del metabolismo de las plantas. (Álvarez, Bonillo, Catacata & Lipinski, 2015)

Estos biopreparados pueden ser elaborados por los agricultores utilizando insumos sencillos y procedimientos artesanales. Son el resultado de la descomposición o fermentación (mediante la acción de microorganismos) de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos, que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas, en sustancias fácilmente asimilables por las mismas.

El concepto de calidad en los productos de consumo en fresco, ha dejado de ser concebido sólo en relación con las características externas del producto que llega al consumidor. Aspectos tales como el tipo y dosis de pesticidas y fertilizantes químicos empleados durante su producción y, consecuentemente, el valor nutritivo y el contenido de sustancias nocivas para la salud en los órganos comestibles, se consideran factores cualitativos de importancia (Pimpini, Filippini & Gennari, 2004). En los sistemas que se aplican biopreparados se suele cuestionar el uso de guanos y los subproductos de estos como fertilizantes orgánicos, cuestionamiento asociado al riesgo de contaminación del cultivo con microorganismos patogénicos (coliformes como *Escherichia coli*) (Rivera, Rodríguez & Lopez-Orbegoso, 2009). Los análisis microbiológicos constituyen un aspecto importante para determinar la calidad sanitaria de los biopreparados. De acuerdo a la Environmental Protection Agency (EPA) un alto número de este grupo representa un indicador de la presencia de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Shigella* y *E. coli* verotoxigénicas. Estos patógenos asociados a los alimentos, generan contaminación microbiológica, siendo la causa de enfermedades transmitidas por los alimentos. (Forsythe & Hayes, 2007). El objetivo del presente trabajo es verificar la inocuidad del SM, de producción artesanal, en distintos periodos del

proceso de fermentación mediante la técnica del número más probable, correlacionando la misma con variables organolépticas fácilmente identificables a campo.

## METODOLOGÍA

El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Innovación y Validación de Tecnología Agroecológica (LIVTA)- Campo Experimental Dr. Emilio Navea, Severino Dpto. El Carmen, Jujuy. El SM se preparó en un recipiente de 50 L, con 5 L de guano fresco de vaca, ¼ Kg de azúcar, 2L de leche y 25L de agua, siguiendo la metodología planteada por el Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF, 2017). Los ingredientes se mezclaron y se ubicaron en un lugar seco y protegido de la lluvia y del sol. Para asegurar que el proceso se cumplió de manera correcta se revisó las características organolépticas (color y olor) periódicamente, y se procedió a mezclar cada 7 días.

Para la determinación microbiológica del bioinsumo se tomaron 10 g de muestra a los 8 y 15 días. Se procedió al preparado de las diluciones seriadas, para lo cual se diluyó la muestra en un Erlenmeyer que contenía 90 ml de agua peptonada estéril al 0.1% y se obtuvo una dilución de concentración  $10^{-1}$ , que corresponde al primer nivel de dilución (1:10). Se homogeneizó a la dilución 1:10 y se tomó 1 ml, con otra pipeta estéril y se agregó a un tubo de ensayo con agua peptona estéril,  $10^{-2}$  (1:100), correspondiente al segundo nivel de dilución. Se procedió de la misma manera, que en el punto anterior hasta llegar a la última dilución  $10^{-6}$  (1:1.000.000). Para la aplicación de la técnica del número más probable se tomó 1 ml de cada una de las diluciones obtenidas y se sembró en tres tubos con Caldo MacConkey, con campana Durham invertida, y se las incubó a 37°C, durante 48 hs. Los tubos de ensayo positivos de coliformes totales se sembraron en tubos de ensayo con el medio EC, con campanas Durham invertidas y se incubaron entre 44 - 45 °C durante 48 hs. y en cajas de Petri que contenía agar Eosina y Azul de metileno (E.M.B) para detectar la presencia de *E. coli*.

La lectura de los resultados se llevó a cabo teniendo en cuenta las tres diluciones consecutivas positivas observando viraje de indicador (de color rojo violeta a amarillo) debido a la acidificación del medio, y formación de gas en la campana de Durham.

Para la interpretación de los resultados, se buscó el número característico formado con los resultados de tres diluciones consecutivas, donde el primer número de la serie pertenece a la mayor dilución positiva. Luego se buscó ese valor en la tabla *Mc Crady*, donde están todas las combinaciones posibles. Para la determinación de *E. coli* a los 8 y 15 días en cajas de petri no se tuvo en cuenta el número de colonias de enterobacterias, debido a que el objetivo del trabajo fue un análisis cualitativo (ausencia o presencia de *E. coli*). En la siembra en cajas de petri la presencia de un color verde esmeralda determino un resultado positivo para *E. coli*.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

**Tabla 1:** Resultados de coliformes totales en diluciones a los 8 días de la siembra

Nivel de dilución	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$
Resultados	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+- 2	+- 2

El número característico de estos resultados es 3-2-2, que en la tabla *Mc Crady* corresponde a 210 NMP/g.

A los 8 días de la siembra, los resultados de las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  fueron positivos para

coliformes totales y se registró un pH de 8. Para la siembra de *E. coli* en cajas de petri fueron positivos en todas las siembras.

En cuanto a las características organolépticas se observó en el recipiente del preparado, color marrón claro, con olor a guano, sin olor de putrefacción. Los sedimentos en suspensión eran menos notorios, se comenzó a notar la formación de una capa superficial color blanco, semejante a la nata.

**Tabla 2:** Resultados de coliformes totales en diluciones a los 15 días de la siembra

Nivel de dilución	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
Resultados	+++ 3	+++ 3	--- 0	--- 0	--- 0	--- 0

El número característico de estos resultados es 3-0-0, que en la tabla Mc Crady corresponde a 23 NMP/g.

A los 15 días de la siembra, los resultados de las diluciones 10<sup>-3</sup>,10<sup>-4</sup>,10<sup>-5</sup>,10<sup>-6</sup> fueron negativos para coliformes totales y se registró un pH de 5. Para la siembra de *E. coli* en cajas de petri fueron negativos en todas las siembras.

En cuanto a las características organolépticas, el color era ámbar brillante y translúcido, con olor agradable a fermentación alcohólica, y la formación sobre la superficie de una “nata” blanca. Los sedimentos en suspensión eran pocos, y los componentes semi-sólidos precipitaron en su totalidad.

Según Bonillo *et al.*, (2015) en un estudio sobre la inocuidad de lechugas (*Lactuca sativa* L.) tratadas a campo con biofertilizantes foliares determinándose a cosecha el (NMP) de microorganismos coliformes totales. Los resultados no registraron presencia de *E. coli* o *Salmonellas sp.* y el NMP de coliformes se encontró en los límites de aceptación de acuerdo a los valores que recomienda la ICMSF.

En coincidencia con este autor, el biopreparado elaborado respeta los límites establecidos para coliformes totales, y total ausencia de *E. coli*.

Robalino (2016) expone en su trabajo que una de las opciones de esterilización de los bioinsumos es mantener su pH en rangos cercanos a 3 para inhibir el desarrollo de bacterias patógenas, según Uribe, 2003; menciona la posibilidad de utilizar el pH de los biofermentos, SM, como un indicador de calidad, ya que estos presentaban coliformes cuando el pH fue mayor a 6, y según Voča *et al.*, (2005) el pH óptimo para el desarrollo de las bacterias mencionadas es en el rango de 6.2 a 7.2. Siguiendo la misma línea de investigación el SM elaborado presenta valores de pH de 5 cuando el proceso se ha completado.

Pinheiro (2000) y Robalino *et al.*, (2011) expone en su trabajo que el color del SM debe ser ámbar brillante y translúcido y en el fondo se debe encontrar algún sedimento para asegurar su calidad. Los biofertilizantes serán de mala calidad cuando tengan un olor putrefacto y la espuma que se forma en la superficie tiende hacia un color verde azulado o verde oscuro. Coinciden la descripción de los factores observados según López (2019) de la ausencia de olor putrefacto y la formación de la “nata” blanca.

**CONCLUSIONES**

Con respecto a los parámetros microbiológicos se observa que las muestras tomadas a los 8 días de preparación del bioinsumo presentan el número de coliformes totales y fecales mayores a 100 NMP/g

lo que nos indica un proceso de fermentación incompleto. A partir del día 15 el análisis microbiológico muestra valores (23 NMP/g) muy por debajo del límite fijado, además de la ausencia total de *E. coli* lo que asegura la inocuidad del biopreparado.

Valores ácidos de pH, sirven para identificar si el proceso de fermentación ha progresado de manera correcta y es seguro el uso del S.M.

El color ámbar traslúcido, el olor a fermentación alcohólica y la formación de una capa superficial blanca "nata" son características organolépticas de fácil identificación que asegura la calidad y la inocuidad del SM.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, S. E., Bonillo, M. C., Catacata, A., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Efectos del té de compost, té de lombricompost y supermagro en el contenido de nitrato, azúcares, ácido ascórbico y microorganismos asociados al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015).
- Bonillo, M. C., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Estudio exploratorio de concentraciones y frecuencias de aplicación de abonos orgánicos foliares en plantines de lechuga. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Bonillo, M. C., Filippini, M. F., & Lipinski, V. (2015). Efectos de abonos orgánicos foliares: té de compost, té de lombricompost y supermagro en la productividad en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF) (2017). Quinua, Manejo Agroecológico en Quebrada y Puna Jujeña. 1º Edición. 29-30 pág.
- Forsythe, S. J. & Hayes P.R. , (2009). Higiene de los Alimentos, Microbiología y HACCP
- López, I. M. (2019) Inocuidad Microbiológica de Los Bioinsumos empleados en el cultivo de Quinua (*Chenopodium Quinua* Willd) producidos en el Campo Experimental Dr. Emilio Navea (Severino) El Carmen – Jujuy. Tesis de Grado para obtener el título Licenciatura en Bromatología – Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu – Argentina.
- Pimpini, F., Filippini, M. F. & Gennari, A . (2004) La qualità dei prodotti frutiorticoli. Curso de posgrado. Maestría de Horticultura. F. C. Agrarias, Mendoza.54 pp
- Pinheiro, S. (2000). Manual práctico de Agricultura Orgánica. Capítulo Biofertilizantes. Fundación Junqueira Candiru. Porto Alegre. Brasil.
- Rivera-Jacinto, M., Rodríguez-Ulloa, C., & López-Orbegoso, J. (2009). Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 26(1), 45-48.
- Robalino Robalino, H. S. (2011). Evaluación de la Actividad Biológica y Nutricional del Biol en Diferentes Formulaciones y la Respuesta a su Aplicación en Cultivos de Arroz (*Oriza Sativa*) y Maíz (*Aae Mays*), en Guayas (Bachelor's thesis).

- Rodrigues, A. C., Cavalcante, L. F., Oliveira, A. P. D., Sousa, J. T. D., & Mesquita, F. O. (2009). Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 117-124.
- Forsythe, S., & Hayes, P. (2007). *Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP* (trad. B. Sanz).
- Uribe, L. (2003). *Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos*. Ed. Meléndez, G. *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura*, San José, Costa Rica: CIA-UCR, 165-184.
- Voća, N., Krička, T., Ćosić, T., Rupić, V., Jukić, Ž., & Kalambura, S. (2005). Digested residue as a fertilizer after the mesophilic process of anaerobic digestion. *Plant Soil Environ*, 51(6), 262-266.

Agraria