



Bioles y fertilización sostenible: del cesto a la planta

Ana Paz Vignoni, Andrés Urbano Martínez Varela, G. A. Aliquó, A. A. Micheletti, A. E. Valdes, M.s Venier, D. V. Cónsoli

Departamento de Ingeniería Agrícola
Facultad de Ciencias Agrarias - UNCUYO
avignoni@fca.uncu.edu.ar

Introducción

El contexto productivo mundial está cambiando. El crecimiento poblacional y la escasez de recursos, como suelo cultivable y agua, han acelerado la búsqueda de formas de agricultura más sostenibles, con el objetivo de poder satisfacer las demandas de las generaciones actuales y futuras (3). Los avances científico-tecnológicos y la difusión del consumo responsable han contribuido al desarrollo de un enfoque que concibe a los residuos de las diferentes industrias como subproductos o insumos de circuitos productivos complementarios que pueden facilitar la circularización de las economías locales. Existen diferentes enfoques de economía circular, pero todos comparten algunas premisas básicas: reducción del consumo y de la generación de desechos, reciclaje y reutilización de materiales. De esta forma, en estos modelos agroindustriales los residuos son considerados como materias primas que pueden aprovecharse recurrentemente, prolongando su vida útil y añadiendo valor a la cadena productiva, según distintas alternativas (4).

Por otra parte, la agricultura es una actividad multidimensional cuyos impactos pueden identificarse a distintas escalas temporales y espaciales, esto es, a corto y largo plazo, y a nivel de predio, cuenca o ecorregión. En particular, el uso inadecuado de fertilizantes y pesticidas ocasiona serias alteraciones sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos, tales como la reducción de la capacidad productiva del suelo, la afectación de la calidad del agua y cambios en la biodiversidad de flora y fauna, entre otros.

Como respuesta a esta problemática, tanto productores como consumidores apuestan al desarrollo de estrategias para incrementar la eficiencia en las cadenas agroalimentarias: aprovechar la mayor proporción posible de un insumo y generar la menor cantidad de desechos. En este sentido, se observa un crecimiento en la utilización de bioinsumos agrícolas, es decir, aquellos productos que contengan o hayan sido producidos por micro o macroorganismos o sus derivados, para ser utilizados en la cadena agroalimentaria. A nivel nacional, este tema está regulado por el Comité Asesor en Bioinsumos

de Uso Agropecuario (CABUA), dependiente de la Coordinación de Innovación y Biotecnología de la Dirección Nacional de Bioeconomía. En Argentina, en general se considera como bioinsumos a: biofertilizantes, fitoestimulantes y/o fitorreguladores, biocontroladores o agentes de control biológico, biorremediadores del impacto ambiental y bioinsumos para la producción de energía (2).

Bioles: un asunto complejo

Existen diferentes tipos de biofertilizantes, entre los que pueden mencionarse: compost, humus, turbas, estiércoles, abonos verdes y bioles. Los bioles constituyen abonos orgánicos líquidos elaborados a partir de la fermentación anaeróbica en biodigestores de una mezcla de insumos como estiércoles, residuos vegetales, leche, melaza e inóculos.

Durante la digestión anaeróbica, complejos de microorganismos descomponen la materia orgánica. Como resultado se obtiene una fracción sólida (biosol) y una líquida (biol). Estos productos son ricos en nutrientes, aminoácidos y promotores de hormonas vegetales y sustancias útiles para el desarrollo de las plantas.

Los bioles maduros y elaborados correctamente son biológicamente estables, con baja carga de patógenos. Contienen una serie de microorganismos benéficos que actúan en sinergia con el cultivo solubilizando nutrientes y poniéndolos a disposición de las raíces y cumpliendo funciones de antagonismo frente a organismos no deseados. En ese contexto, el uso de enmiendas microbianas representa una opción amigable desde el punto de vista ambiental como alternativa o complemento a la aplicación de fertilizantes de síntesis.

Los bioles presentan ventajas comparativas frente a otros tipos de abonos o fertilizantes. Se destaca que su producción involucra procesos relativamente sencillos, de bajos costos y es posible aplicarlos mediante diferentes alternativas: por vía foliar, chorreo (*drench*) o fertirrigación. Su uso ofrece una oportunidad para reutilizar materiales que normalmente constituyen desechos resultantes de actividades agrícolas, pecuarias o industriales, contribuyendo a incrementar la sostenibilidad de

los agroecosistemas al reducir considerablemente el impacto ambiental del proceso de fertilización. Al tratarse de enmiendas orgánicas, los bioles proporcionan otros beneficios más allá de lo nutricional: mejoran el balance de materia orgánica y la actividad microbiana, la estructura y la capacidad de retención hídrica del suelo, lo que incrementa la eficiencia del uso de abonos químicos (5).

Como contraparte, su elaboración puede insumir de 4 a 12 semanas (según la temperatura ambiente), puede generar mal olor y requiere un seguimiento periódico del pH y conductividad eléctrica (CE). Además, pueden persistir microorganismos patógenos para seres humanos y plantas provenientes de los estiércoles frescos, por lo que se recomienda precaución y control en la manipulación y aplicación. Por su parte, una utilización inadecuada a grandes escalas puede generar acidificación del suelo y eutrofización de aguas (5). Si bien su empleo está en proceso de difusión, aún se requiere de investigación básica para profundizar en la dinámica de los procesos biológicos involucrados de acuerdo a cada tipo de insumo, así como para incentivar su producción a escala industrial.

Componentes y parámetros básicos de los bioles

Los componentes de los bioles son sumamente variables. Se presenta a continuación el fundamento para la incorporación de algunos elementos ampliamente utilizados para la elaboración de un biol (Foto 1, pág. 24):

Estiércoles: dependiendo de su composición y origen, proveen materia orgánica y elementos nutritivos como N, P y K, entre otros. Además, actúan como fuente de microorganismos tales como bacterias, levaduras y hongos, que metabolizan sustancias orgánicas complejas y las descomponen en formas químicas asimilables para las plantas.

Melaza o miel de caña: constituye la principal fuente energética para el desarrollo de los microorganismos presentes en el medio, debido a su alto contenido de carbohidratos además de macro y micronutrientes. Ejemplos de otras

fuentes energéticas a usar en su reemplazo pueden ser azúcares o mostos concentrados, etc.

Ceniza de madera: proporciona minerales y otros elementos que enriquecen el biol, los cuales difieren de acuerdo a la fuente vegetal a partir de la cual se obtiene la ceniza.

Leche o suero: es una fuente rica en proteínas, aminoácidos, vitaminas, grasas, nutrientes y microorganismos como bacterias lácticas, entre otros, que promueven la fermentación para la elaboración de los bioles. Se recomienda la utilización de leche cruda (sin pasteurizar) por su mayor carga microbiológica.

Otros subproductos de origen orgánico: dependiendo de su composición, son fuente de macro y micronutrientes, hidratos de carbono, fibras, proteínas, ácidos orgánicos y compuestos secundarios que mejoran la calidad del biol. La fuente del material vegetal puede originarse en residuos domésticos o agroindustriales, por ejemplo.

Agua: constituye el medio que favorece las reacciones metabólicas y actúa como agente de dilución según la cantidad de sustrato utilizado.

Además de los componentes mencionados, la adición de inóculos microbianos complejos (conjuntos de levaduras, bacterias, hongos,

etc.) diversifica la composición del preparado y puede proporcionar fitohormonas, vitaminas, antibióticos y factores de crecimiento durante las distintas etapas del proceso fermentativo.

Características de un biol

La caracterización final de un biol depende de su composición, de las propiedades físico-químicas y microbiológicas, del proceso de fermentación y del método de conservación. Entre los principales parámetros de seguimiento se encuentran pH, CE, color y olor. Complementariamente, es importante considerar los valores de materia orgánica en solución, sólidos totales, N, P, K, Ca, Mg, Na, S, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y ácidos carboxílicos.

El proceso de fermentación arroja como resultado final dos productos que pueden utilizarse en fertilización de cultivos: biosol (fango) y biol (líquido). El biosol puede secarse y utilizarse como abono orgánico en suelos. El biol constituye una solución salina que debe ser diluida para su empleo a fin de evitar fitotoxicidad. Para valores de CE que oscilan entre 10 y 25 dS/m, la dilución recomendada varía entre el 5 y el 10%, tanto para aplicaciones edáficas como foliares (1).

Reflexiones finales

Estos biofertilizantes constituyen un insumo para un manejo sostenible del cultivo y pueden mejorar su rendimiento. Su desempeño puede optimizarse cuando se complementan con la incorporación de cultivos de cobertura, abonos orgánicos (como guanos o compost), restos de poda, etc. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la respuesta de una planta al uso del biol depende, entre otros factores, de la especie, su estado nutricional y sanitario, la concentración utilizada, la periodicidad de aplicación y las características ambientales (tipo de suelo, contenido hídrico, etc.).

Aportar al desarrollo de herramientas conducentes a formas de agricultura más sostenibles es un desafío personal, profesional y académico. La Cátedra de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo aborda el tema de abonos orgánicos en el programa de la carrera de Ing. Agronómica.



Foto 1. Producto final (1) y algunos insumos utilizados para la elaboración de bioles: melaza (2), leche cruda (3), orujo agotado (4), estiércol de cabra (5) y ceniza de madera (6). Fuente: Laboratorio de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo

Bajo un formato teórico práctico se espera que los estudiantes adquieran experiencia en la construcción de fermentadores y en el proceso de seguimiento y control de la fermentación para obtener distintas formulaciones de bioles, a partir de diversos subproductos de agroindustrias locales.

Referencias bibliográficas

1. Funes Pinter, I., Salomón, M., Martín, J., Uliarte, E., & Hidalgo, A. (2022). Effect of bioslurries on tomato *Solanum lycopersicum* L and lettuce *Lactuca sativa* development. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 54(2), 48-60. <https://doi.org/10.48162/rev.39.082>
2. Ministerio de Economía de la Nación Argentina. (2022). Recuperado el 21 de Marzo de 2023, de <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/alimentos-y-bioeconomia/bioinsumos>
3. Organización de las Naciones Unidas. (2022). Recuperado el 15 de Marzo de 2023, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
4. Restrepo, J., Gómez, J., & Escobar, R. (2023). CGSpace. A Repository of Agricultural Research Outputs. Recuperado el 21 de Marzo de 2022, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_CIAT/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf
5. Warnars, L. (2014). Bioslurry: a supreme fertiliser. Positive effects of bioslurry on crops. IFOAM Organic World Congress 2014, (pág. 5). Estambul.