



De microbios, biofábricas y soberanías (Parte 2)

Por Cristian Crespo* y Fernando Frank**

Esta publicación corresponde a la segunda parte de un artículo donde los autores reflexionan acerca de las relaciones entre la vida microbiana, la cultura, el desarrollo del conocimiento, la alimentación y la agricultura. Puede encontrar la primera parte del artículo [aquí](#).

Continuando con las ideas expuestas, los autores presentan experiencias concretas de elaboración y uso de bioinsumos en distintas escalas y tipos de producciones, con especial enfoque en la producción local de biofermentos para la regeneración de suelos. Por último elaboran algunas conclusiones acerca de cómo el manejo de microorganismos en manos campesinas, en el marco de procesos colectivos, es central para lograr la soberanía alimentaria y la autonomía.

Las biofábricas campesinas como instrumento de soberanía

Aunque un guiso puede llevar chorizo en una casa, ser vegano en otra, llevar pescado, aves de caza o verduras, nunca perderá su condición de guiso, llevando con él la mezcla de aromas y sabores que haya sido elegido por quien o quienes cocinan. Cada persona tiene su forma de cortar la carne, conoce el momento de agregar los granos o fideos y ordena la secuencia y la dosis de condimentos. Y la calidad de ese alimento que nutrirá cuerpos y relaciones, se cuidará durante todo el proceso eligiendo los ingredientes, observando su origen y manteniendo la higiene de los utensilios usados.

El trabajo de una biofábrica campesina o chacarera se parece mucho a una cocina. Se recombinan allí los ingredientes básicos que serán transformados en nutrientes asimilables, en hormonas, vitaminas y sustancias promotoras del crecimiento para las plantas. Al igual que en el guiso, cada situación productiva, cada sitio geográfico y cada persona vinculada a su elaboración le dará necesariamente una impronta particular al preparado.

Ante eso, hay tres aspectos que resultan centrales y que redundarán en la calidad de los biofertilizantes: el conocimiento del proceso de fermentación, el



conocimiento sobre el origen de la materia prima que se utilizará y el conocimiento de la situación productiva en la que deberá intervenir.

La fermentación

La fermentación es el proceso bioquímico mediante el cual las sustancias se transforman mediadas por la acción de los microorganismos. Las vías metabólicas y los grupos de microorganismos involucrados cambian de acuerdo a la presencia de oxígeno, temperatura, disponibilidad de agua, presencia de otros microorganismos y a las condiciones que imponen las materias primas.

Por ejemplo, en un compost prevalecen las reacciones aeróbicas y los grupos de microorganismos son similares a los que existen en un suelo sano ya que las reacciones bioquímicas de uno y otro están emparentadas. Conocer entonces cuáles son los procesos, la relación Carbono/Nitrógeno y los tiempos en los cuales la materia orgánica original se degrada en moléculas más simples -formando compuestos estables que aportarán sus nutrientes en forma equilibrada al suelo- es la clave para obtener un producto de calidad. La elevación de la temperatura de las pilas sucede por el metabolismo de las cadenas carbonadas presentes, por ejemplo, en las pajas de cereales. Allí, los principales responsables son levaduras, actinomicetes y hongos que degradan estos materiales liberando CO₂ y calor. En condiciones de buena oxigenación y adecuada humedad, las pilas pueden llevar su temperatura a umbrales de aproximadamente 60°C manteniendo esta temperatura por varios días. Esta condición permite que las poblaciones iniciales de microorganismos patógenos descendan drásticamente o desaparezcan. [1] Entre estos se encuentran los virus entéricos, salmonelas, *eschierichia coli*, leptospiras, etc.

El aporte de tierra de buena calidad y elevado porcentaje de arcillas al compost también resulta esencial para la formación de compuestos húmicos estables en el suelo, generando estructura, aportando nutrientes en forma lenta y permitiendo la retención de agua en el perfil.

Si en el suelo la fuente de energía primaria es el sol, el cual es captado a través de la fotosíntesis y ofrecido a la microbiota a través de las raíces en forma de sustancias orgánicas, en los biopreparados también debe haber una fuente de



energía que active los procesos de ruptura y síntesis. Esta fuente puede ser melaza, azúcar, féculas de maíz o jarabes obtenidos de frutas.



Pila de compostaje

Otros grupos de microorganismos pueden aportar con su metabolismo a la obtención de productos con alto impacto en la salud de las plantas y el suelo desarrollando su actividad en medios anaeróbicos, privados de oxígeno. Esto equivale a la acción de transformación que realizan los rumiantes en su rumen. Aquí nos encontramos con los bioles o biofermentos tipo Supermagro en donde el rol de los microorganismos es recombinar las sustancias iniciales dando lugar a otras que puedan ser absorbidas en forma foliar por los cultivos. En recipientes cerrados (un bidón, un tambor de 200 litros o un tanque) y en medio líquido se originan aminoácidos, proteínas, vitaminas, hormonas y otros compuestos con diversa acción fisiológica en las plantas. A esto se le suma la biodisponibilización de minerales en lo que llamamos quelatación; en donde nutrientes como el zinc, magnesio, hierro, cobre, manganeso, cobalto o molibdeno quedan abrazados por moléculas orgánicas siendo así aptas y



estables para ser absorbidas por las hojas o permanecer en la solución del suelo.

Estos procedimientos, que pueden ser llevados a cabo con mínima infraestructura, requieren de mantener condiciones de higiene básicas para garantizar la calidad mínima de los preparados. De ninguna manera se requiere de la asepsia como condición imprescindible. Esto es una característica del trabajo en un laboratorio y se entiende que la vida se desarrolla a partir de la interacción de múltiples especies conformando comunidades complejas.

La materia prima

La forma de llevar adelante cada procedimiento de transformación microbiana va a estar sujeto a las características del material con el que estemos trabajando y eso le dará al producto sus características propias, ligadas a las condiciones del medio.

Desde dónde escribimos esto, los materiales más abundantes, baratos y de mejor calidad para el proceso aeróbico de compostaje resultan ser la cama de caballo y el estiércol de animales en pastoreo, a los que se le suman los residuos de la industria cervecera y cenizas provenientes de calderas o panaderías. En otras regiones pueden ser residuos de industria forestal, frutihortícola, avícola, pesquera, frigorífica, entre otras; incluso residuos domiciliarios provenientes de la adecuada separación de residuos urbanos.

Hay variables como la humedad del material, la relación Carbono/Nitrógeno o la presencia de sustancias como antibióticos, taninos, agrotóxicos o conservantes que pueden modificar la estabilización de los materiales con los que trabajamos. Resulta importante entonces conocer adecuadamente el origen de los materiales y usar siempre dichos materiales para evitar cambios abruptos en la calidad de los preparados. [2]

La situación productiva

Los biopreparados tienen un amplio espectro de situaciones de uso. El desafío es pensarlos como herramientas dentro de una estrategia amplia de



regeneración de suelos en la que -incluso a veces- puede prescindirse de su utilización.

Es fácil en los esquemas de transición agroecológica más nuevos caer en la tentación de pretender un reemplazo de insumos, sobre todo de los fertilizantes químicos por biofertilizantes llegando a veces a desear la existencia de un “glifosato orgánico” para abordar la cuestión de las malezas. Si esto sucede, lo más probable es que aún no se esté entendiendo cuáles son los pilares en los que debe basarse la nutrición de suelos y los mecanismos ecosistémicos que llevan al reciclaje de nutrientes y a la supresión de especies no deseadas.

Hay varias experiencias de productores y productoras en el país que utilizan diversas formas de combinar biofertilizantes, momentos de utilización y recursos tecnológicos apropiados al contexto. Así, por ejemplo, en huertas suele seguirse la dinámica abonado de fondo-abono verde-cultivo-fertirriego; en cultivos extensivos cobra importancia la inoculación de semillas y la fertilización foliar; en frutales surge el abonado en la zona de raíces activas, el uso de cultivos de cobertura en tazas, la protección de tallos y la fertilización foliar. [3] [4]

Algunas de las experiencias que venimos desarrollando con productores y productoras en transición agroecológica en el oeste de provincia de Buenos Aires y este de La Pampa, tienen que ver con devolver al suelo la complejidad microbiológica perdida durante años de manejo convencional, así como el aporte de micronutrientes minerales. Esto se hace acompañando un esquema en donde el aporte de materia orgánica a través de la secuencia de cultivos o el bosteo animal juega un rol central. En otros casos se usan para fines más específicos, como el fortalecimiento de la planta para resistir el desarrollo de hongos patógenos o asegurar la nutrición mineral que lleva a establecer una adecuada nodulación con bacterias fijadoras de nitrógeno.

En planteos intensivos se puede aportar materia orgánica y la carga microbiológica que dinamizará la oferta de nutrientes en una sola operación a través del compostaje. Pero esto resulta muy complicado en sistemas extensivos desde lo operativo y lo económico ya que deberían usarse de 10 a 30 toneladas por hectárea. Ante esta situación hay que generar la estabilización de la materia orgánica (proveniente de rastrojos, cultivos de cobertura o bosteo animal) in situ mediante el aporte de consorcios de microorganismos diversos.



Las opciones que estamos llevando adelante en conjunto con las familias productoras incluyen la inoculación y empanizado de semillas y el uso de biofertilizantes foliares con consorcios microbiológicos y fuentes de minerales. Si bien esta idea comenzó con la inoculación de leguminosas como la *vicia* con reproducción de microorganismos fijadores de nitrógeno, luego la extendimos a varios cultivos (cereales invernales, pasturas, maíz, sorgo, etc.) utilizando consorcios de microorganismos. Los resultados pueden verse a campo en el desarrollo de raíces, en la resistencia a fenómenos de estrés hídrico y en la nodulación de las especies leguminosas. Luego, con el cultivo en desarrollo, el uso de biofertilizantes foliares apunta a fortalecer diversos mecanismos fisiológicos en los que los microminerales aportados actúan en sitios y momentos bioquímicos puntuales. Esto se expresa en la elongación de raíces, cantidad de hojas o de flores, cuajado y calidad de frutos, por ejemplo. Además de permitir que la planta active mecanismos para resistir situaciones de estrés como sequías temporales o la entrada de un hongo patógeno. La provisión de microorganismos también refuerza la biodisponibilidad de nutrientes en la zona foliar y actúa como supresor de enfermedades fúngicas, tal es el caso de las bacterias lácticas, presentes en la leche o el suero -componente central de varios biopreparados-.



Estudio del efecto de la aplicación de consorcios de microorganismos y minerales en el desarrollo de las raíces: con aplicación (izquierda) y sin aplicación (derecha)

Una limitante que suele aparecer en sistemas extensivos es la disponibilidad de pulverizadoras para las aplicaciones foliares. En lugares que comienzan a avanzar en la aplicación de principios agroecológicos en su producción, la contratación de una pulverizadora que venga de aplicar agroquímicos en otro lado ya no es una opción y la escala de ciertas experiencias no permite la adquisición de una. Una alternativa puede ser la provisión municipal de la maquinaria -cuando se trata de áreas periurbanas- o la compra grupal del equipo en el marco de organizaciones sociales o grupos de productores y productoras.



Aplicación de biofertilizantes en cultivos extensivos

Campos de metagenómica campesino-indígena

La propuesta de las biofábricas campesinas, entonces, está basada en premisas sencillas como la valoración de la biodiversidad, el uso de material accesibles y de bajo costo y la valoración del conocimiento local. Los procesos que acompañen la transición agroecológica deben permitir la recuperación de la soberanía y devolver a la gente de la tierra la posibilidad de decidir sobre su esquema alimenticio y productivo de acuerdo a sus pautas culturales.

Cuando hablamos de contribuir a través de nuestras prácticas a fortalecer la salud de los suelos, estamos invitando a reconectar y a ser parte como seres humanos del esquema de vínculos que construyen los microorganismos del suelo y que sostienen la vida en todos los niveles. En suma, contribuir a restaurar y sanar el entramado de hifas de hongos y biopelículas bacterianas es



la manera en que la producción de alimentos se haga fortaleciendo la autonomía y la soberanía que nos convierte en comunidades sanas.

Para esto, el profesor Sebastian Pinheiro propone una estrategia pedagógica y técnica llamada Campos de Metagenómica Campesino Indígena. [5] Se trata básicamente de generar las condiciones en pequeñas parcelas para dinamizar la relación entre minerales, materia orgánica y microorganismos mediante el aporte de harina de rocas, biocarbón, materiales compostados y paja. Allí se producirá un compostaje in situ que generará las condiciones para el desarrollo de una flora microbiológica en sintonía con las particularidades ambientales del lugar. La evidencia de este proceso se manifestará mediante el cambio en la composición vegetal y a través del uso de herramientas de análisis integrales como la cromatografía. Luego, este suelo puede utilizarse como inóculo para la generación de bioinsumos apropiados al entorno.

Numerosos estudios han dado cuenta de la altísima variabilidad sitio específica de los microorganismos. Más allá que los distintos grupos funcionales (degradadores de celulosa, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, entre muchas otras funciones) se mantengan en cada ecosistema, las especies involucradas y la relación de cantidades entre ellas son altamente variables. Eso da pie a pensar en que el desarrollo de cultivos adaptados regionalmente debe ir acompañado por la generación de bioinsumos elaborados a partir de inóculos obtenidos en cada región, en biofábricas donde se combine materia prima, conocimiento y trabajo local.

Sólo de esa forma, se potenciará el vínculo entre las redes microbianas y el esquema social presente en el territorio generando autonomía, soberanía y la expresión de la agricultura.

Discusión y conclusiones

Comenzar la transición a la agroecología por la regeneración de suelos no es una cuestión que pueda asentarse solamente en variables bioquímicas o en la relación entre rendimiento y tasa de ganancias. El fortalecimiento de suelos y la autogestión de la fertilidad es quizás uno de los pilares más fuertes a abordar en la construcción de modelos de sociedad basados en el respeto y reconocimiento de la biodiversidad. Varios autores, como Ana Primavesi, se han referido a la relación entre la salud de los suelos y la salud de las



sociedades. Cuando se reconstituyen los vínculos que le aportan al sistema sus propiedades de autorregulación se despiertan memorias ancestrales que nos ayudan a conectar con el origen de los alimentos, con su energía vital y se tienden puentes sinceros y duraderos con el resto de las personas que comparten esa tierra y ese alimento. Esto, que es fácil sentirlo a poco de “meter las manos en la huerta”, parece ser la esencia de las viejas culturas ligadas a la tierra.

El agronegocio y su lógica no sólo ha generado degradación de suelos sino que con ellos se ha erosionado el tejido social y cultural que estaba ligado a ellos, en algunos casos de forma milenaria. Es entonces cuando pensar en la **soberanía de la fertilidad** adquiere una dimensionalidad superior que excede a lo técnico-productivo para remontarse a cuestiones políticas, culturales y espirituales. Por eso afirmamos que conocer y manejar las prácticas y recursos tecnológicos que dinamizan la nutrición de suelos y cultivos se torna clave en la consolidación de la agriCultura.

En el marco de las teorías que dan sustento a una producción de alimentos basada en suelos vivos analizamos como riesgosa e incompleta la propuesta industrial-comercial de utilizar microorganismos aislados en laboratorio, en forma monoespecífica, para actuar en algún proceso puntual como puede ser poner en biodisponibilidad algún nutriente o actuar como agente patógeno ante una especie de insecto. Es riesgosa porque una vez más se apuesta al monocultivo (esta vez de microorganismos) desconociendo la forma en que estos actúan en relación a los otros y se pone en peligro el equilibrio que sólo se logra garantizando espacios biodiversos. El contexto de pandemia que atravesamos recientemente es tan sólo una muestra del potencial devastador que tiene asumir la naturaleza desde los viejos patrones que intentan homogeneizar e industrializar los vínculos. [6]

Y es incompleta desde el punto en que estas tecnologías se presentan como nuevas y entran a jugar el mismo partido que los agrotóxicos y fertilizantes de síntesis industrial, incluso en varios casos comparten el momento de la aplicación sobre el cultivo. Si conocemos el potencial depresor que tiene un herbicida como el glifosato sobre la microbiología, el uso de microorganismos en un cultivo en donde se usó este herbicida tendrá corta vida y al año siguiente habrá que volver a usar el combo. Es un círculo vicioso que profundiza la dependencia. Por esto, la regeneración pretendida nunca será real.



Podemos afirmar que los dos modelos de agricultura en pugna, el de los agronegocios y el de las AgriCulturas, difieren en concepción, prácticas y objetivos. En cuanto a las concepciones y prácticas con respecto a los microorganismos, las dos posiciones son fuertemente contrastantes: los agronegocios, a través de sus empresas y parte de la academia, buscan con intensidad apropiarse de los microorganismos, sus genes, sus procesos y sus productos, a través de nuevas legislaciones, y a través de la venta de productos tecnológicos vinculados a los microorganismos. Y lo hace reproduciendo la lógica del monocultivo en ello: focalizando su trabajo en pocas especies, e incluso cepas específicas; desconociendo una vez más el rol de los vínculos que sólo se generan en entornos biodiversos. Para ilustrar esto se puede mencionar a las múltiples opciones comerciales de microorganismos que apuntan solamente a la sustitución de insumos (*azotobacter* para sustituir la urea, *pseudomonas* para reducir el uso de fosfatos, *bacillus* para sustituir fungicidas o *beauveria* que hacen lo mismo con los insecticidas); otras empresas “levantan la puntería” y comienzan a ofrecer líneas genéticas de determinados cultivos asociados a sus microorganismos específicos. Esto, que constituye un escalón avanzado en el estudio de germoplasmas, apunta una vez más a convertir a los agricultores y agricultoras en meras “usuarias” de paquete tecnológico desarrollado en laboratorio. Todo bajo un marco legal que ampara éstas prácticas y restringe los procesos de investigación, desarrollo y registro de productos que puedan ser adaptados y manejados por quienes trabajan la tierra.

Al mismo tiempo crece entre las organizaciones vinculadas a la agroecología, la soberanía alimentaria, la agricultura familiar campesina e indígena, acciones y propuestas vinculadas al manejo soberano, independiente, de los procesos microbiológicos, su investigación y su difusión popular. Es desde aquí entonces que la propuesta de la regeneración de suelos y la soberanía de su fertilidad debe ir acompañada del surgimiento de biofábricas artesanales diseminadas en todos los territorios y pensando en múltiples situaciones productivas.

Esto demanda que también se diseñen y se pongan en práctica formas de evaluación de la calidad que sean aprehensibles por las personas y colectivos involucrados, basados en premisas sencillas y elegidas en forma participativa; funcionando bajo marcos legales que contribuyan a la mejora de la producción (en cuanto a inocuidad y efectividad de los preparados) sin cercenar las



posibilidades de desarrollo en favor de los sectores más concentrados del sector.

La participación del Estado en todas sus formas parece ser clave en esto. Pero para que su acción y contribución resulte positiva, debe comprender y abordar la complejidad de vínculos que existe en un suelo sano y de qué manera juegan allí los bioinsumos. De otra forma se caerá nuevamente en una visión sesgada regida por la concepción lineal y reduccionista de la naturaleza y la sociedad.

*Cristian Crespo es docente, asesor y agricultor. Buenos Aires, Argentina. Contacto: lamilpa.agricultura@gmail.com

** Fernando Frank es Ingeniero Agrónomo y agricultor. San Luis, Argentina. Contacto: fmfrank@hotmail.com

Referencias

1. Román, Martínez y Pantoja: “Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América latina”. FAO, Santiago de Chile 2013.
2. USDA Natural Resources Conservation Service (Adaptación). Recuperado de: <http://tierranegra.net.ar/index.php/2020/04/23/la-relacion-carbono-nitrogeno-en-los-agro-ecosistemas/>
3. Defendente, Martínez, Crespo. BIOFERTILIZANTES: estrategias de uso y experiencias locales. Boletín hortícola pampeano N° 4. INTA - FAUNLPam. <https://inta.gob.ar/documentos/boletin-horticola-pampeano-n%C2%B0-4>
4. Louge, Romano, Romero. Bioinsumos. Trabajo final para la Diplomatura en Agroecología para la Región Pampeana. Trenque lauquen. 2020. Recuperado de: https://issuu.com/lamilpabioinsumos/docs/bioinsumos_tf_integrador
5. Sebastian Pinheiro. Op cit.
6. Altieri, Nicholls. 2019. La agroecología en tiempos del COVID 19. <https://www.clacso.org/la-agroecologia-en-tiempos-del-covid-19>