

## Cuando el hombre se alía con la biología

Isabel Parunella Aguiló

**TOP RESEARCH**

**Empresa:**

Biocontrol Technologies®

**Función:** proporcionan soluciones eficaces y seguras a los agricultores, beneficiando así a los consumidores y al medio ambiente.

**Misión:** proteger cultivos de forma respetuosa con el medio ambiente.

**Aspiración:** ser líderes mundiales del sector.



Biocontrol Technologies S.L.



UNIVERSITAT DE BARCELONA

## Desde siempre, el hombre contra la naturaleza

### *Tenemos el poder de la elección y deberíamos utilizarlo*

¿En qué momento elegimos que nuestra relación con la naturaleza tenía que ser de parasitismo y no de simbiosis? No lo sé... Y he aquí otro gran hito de la estupidez humana. La única diferencia entre parasitismo y simbiosis es que en la primera opción causamos un daño irreversible a lo que nos permite vivir, mientras que en el segundo caso cuidamos de lo que nos proporciona la vida. Lo más poderoso de este mundo es la naturaleza. Si es así, ¿por qué estamos constantemente intentando combatirla?, ¿no sería más sabio empezar a utilizar su fuerza como nuestra aliada, en vez de enfrentarnos a ella? Podríamos establecer una simbiosis con la naturaleza, en la que nosotros la preservamos y respetamos, mientras que a la vez aprovechamos sus recursos para nuestro bienestar. Tenemos el poder de la elección, entonces, ¿será que nos hemos dejado llevar y hemos acabado como parásitos sin darnos cuenta? ¿O es que hemos tomado esta decisión conscientemente? Sea como sea, vivimos en un mundo en el que la mayor parte de la humanidad se está cargando el planeta, pero algunas personas eligen luchar al lado de la naturaleza para llegar a una armonía y bienestar conjuntos.

Un grupo de estas pocas personas es el que ha creado la empresa Biocontrol Technologies: Francesc, Maribel, y Eva luchan desde hace más de diez años por sus ideales y sus productos innovadores. Como bien se dice, al final, la naturaleza siempre acaba venciendo; y ¿qué es el ser humano si no parte de la naturaleza? Hay razones para creer que poco a poco corregiremos errores del pasado.

Puede que tras leer estos dos párrafos algunos lectores piensen: «Vaya, otro artículo sobre el medio ambiente, ¡qué chorrada! Hay cosas más importantes en este mundo, no tengo tiempo para esto, yo ya reciclo no puedo hacer nada más, qué pérdida de tiempo...» ¿Cuál es la razón por la cual vemos tan insignificante al hombre cuando realiza buenas acciones y, en cambio, lo vemos como un monstruo gigante cuando lo imaginamos destruyendo la naturaleza? Sigue siendo el mismo hombre, pero parece que tenga mucha más fuerza y repercusión cuando sus acciones son perjudiciales. Esta imagen de gigante-diminuto se genera en nuestras mentes debido a la proporción de gente implicada en cada caso. La gran mayoría se pasea sobre la faz de la tierra sin importarle por donde pisa, mientras que un grupo muy reducido de personas se para a observar, a apreciar y a cuidar lo que le rodea. Imaginemos a la naturaleza como una célula humana. Esta célula, además de una infinidad de procesos, recibe dos claras señales a la vez: de vida y de muerte. Mientras que las de vida superan en número a las de muerte, la célula vive, cuando la balanza se invierta, la célula morirá. Es una cuestión de concentraciones. Así pues, siguiendo el símil, no hace falta que sea toda la humanidad la que actúe a favor de la naturaleza, sino que sea solamente el 51% de la población. Ligeramente por encima de la mitad y la balanza pesará a favor de la naturaleza.



Figura 1. La fuerza del ser humano. Recreación propia de la imagen.

Y es que, aunque Stephen Hawking nos advierta de que el mundo se acabará dentro de mil años, la huella del hombre es tan pesada que, incluso en este poco tiempo, tenemos la capacidad de generar mucha destrucción. Si finalmente son mil años, que valgan la pena.

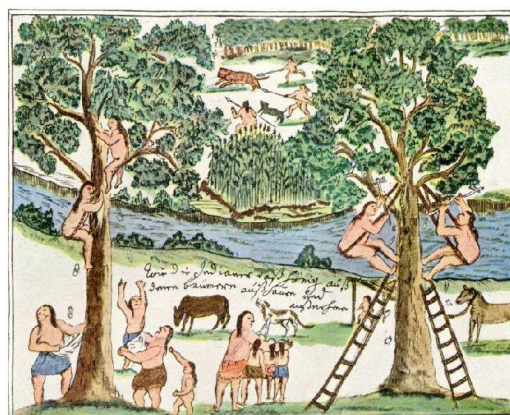
## Comida para todos

### ¿Podremos alimentar a todas las personas?

Según una web que muestra estadísticas mundiales a tiempo real (worldometers.info), la población mundial actual es de 7.466.060.953 personas y crece a velocidades tan altas que seguramente ya seremos más de siete mil millones y medio cuando leas este artículo. ¿Cuánta comida se necesita para tantísima gente? Mucha. La agricultura es la principal fuente de alimentos y debido al incremento astronómico de la población, crece también la demanda de alimentos, a la vez que decrece la superficie cultivable fértil. Además, la agricultura está amenazada por diferentes plagas que provocan pérdidas de entre el 20% y el 40% de las colectas mundiales (por no hablar del porcentaje de comida que se desperdicia...). Las enfermedades implican pérdidas calculadas en noventa mil millones de dólares. Si analizamos el pasado, vemos que esta situación ha conllevado desde siempre a hacer grandes expansiones de la superficie de labranza para poder abastecer cada vez a más y más gente. Y aunque todavía hay tierra agrícola potencial que aún no se ha utilizado, es innegable que la materia prima es algo finito. Entonces ¿hay suficiente tierra de cultivo potencial para las necesidades futuras? Existe el miedo de un choque inminente entre el crecimiento de la población y la disponibilidad de tierras, pero la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) dice que estos temores no están justificados, al menos no a nivel mundial. ¿Por qué la FAO lo niega? Porque cada vez necesitamos menos materia prima por persona. Para entenderlo tenemos que remontarnos a la época de los cazadores-recolectores.

En la época de los cazadores-recolectores se necesitaban 6 km<sup>2</sup> para alimentar a una sola persona. Para alimentar a siete mil millones de personas necesitaríamos más de 600 planetas Tierra, dado que la Tierra tiene sesenta y tres millones de km<sup>2</sup> cultivables (que no son desiertos ni montañas). Con la tecnología de los cazadores-recolectores era imposible alimentar a siete mil millones de personas, pero hoy en día lo hemos conseguido. Así pues, la clave está en un cambio en la tecnología. La mayor parte del futuro crecimiento de la producción de cultivos procederá de mejores rendimientos.

Después de los cazadores-recolectores vinieron los agricultores y los ganaderos. Al principio su tecnología era poco eficiente, pero la fueron mejorando con el desarrollo de aradas, animales que ayudaban a labrar el campo, rotación de cultivos, fertilizantes, invernaderos, piscifactorías, etc. Todo esto ha hecho que hoy en día, para alimentar a una persona necesitemos solamente 0,0006 km<sup>2</sup>. De estos 600 planetas que parecía que necesitábamos con el sistema de los



**Figura 2.** Pintura que recrea a los antiguos cazadores-recolectores.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Paucke\\_Flori%C3%A1n\\_-\\_Bajando\\_Miel.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Paucke_Flori%C3%A1n_-_Bajando_Miel.jpg).



Figura 3. Pintura que recrea los antiguos agricultores y ganaderos.  
[https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Trilla\\_del\\_trigo\\_en\\_el\\_An\\_tigo\\_Egipto.jpg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Trilla_del_trigo_en_el_An_tigo_Egipto.jpg) .

cazadores, ahora en realidad, nos basta solamente el 11% de la superficie del mundo para la agricultura. Hay una gran cantidad de tierra que no utilizamos para el conreo (bosques, zonas protegidas, infraestructuras y asentamientos humanos).

Así pues, la solución está en seguir mejorando nuestras tecnologías, para poder aprovechar mejor la tierra que tenemos y reducir las pérdidas causadas por las enfermedades.

## La necesidad de controlar nuestros cultivos

### Desde hace 8.000 años

El hombre inició la agricultura hace más de 8.000 años y ya desde entonces ha tenido problemas de plagas y enfermedades que han atacado a las plantas cultivadas y a los animales de granja. ¿Por qué? En la naturaleza no encontramos nunca un cultivo solo, siempre se observa una mezcla de una gran variedad de plantas. ¿Qué pasa cuando el ser humano descubre la agricultura? Pues que, como siempre, sin medida, empieza a plantar áreas y hectáreas del cultivo que le interesa. Y en esta situación, cuando un patógeno entra por un lado de la plantación, en dos días cruza todo el campo, infectando todas las plantas a su paso, puesto que no hay ninguna otra especie vegetal que se lo impida. Así pues, a lo largo de la evolución de la agricultura, se han adquirido ciertas tendencias de cultivo que han conducido a una situación en la que los problemas debidos a plagas han ido empeorando:

**Monocultivo.** Las grandes superficies de monocultivo genéticamente uniformes promueven la formación de poblaciones de insectos y microorganismos y su diseminación.

**Variedades únicas de plantas.** La elección de variedades más productivas y menos rústicas ha causado la extinción de ciertas especies de plantas y ha dejado solamente las usadas en agricultura. Así, una plaga sería podría acabar con las únicas variedades restantes y eliminar definitivamente alguna hortaliza o fruta.

**Aumento de las dosis de adobo.** Un exceso de adobo puede hacer a la planta más sensible a ciertas plagas.

**Globalización.** La importación y exportación de material vegetal entre regiones es enorme y se realiza en cualquier parte del mundo. La probabilidad de que contenga algún insecto o patógeno es muy alta, de manera que el transporte los disemina por todo el mundo.

### ¿Sabías que...?

En una montaña nevada cerca del polo Norte existe el Banco del Fin del Mundo que almacena todas las semillas del mundo desde el año 1980. Puede resistir terremotos, impactos de bombas nucleares y demás desastres naturales. Además, está cubierta por una capa de hielo natural para preservar el frío en caso de fallo eléctrico.

<https://www.youtube.com/watch?v=bJyLDyCLEtQ>

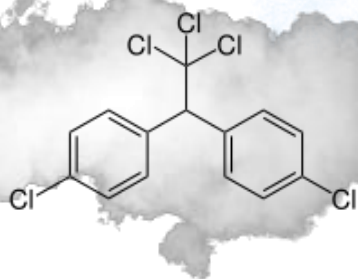


Can This Arctic Bunker Save Us From Starvation?  
 Seeker Network  
 Hace 1 año · 40.025 visualizaciones  
 Suscríbete! [https://www.youtube.com/user/seekernetwork?sub\\_confirmati...](https://www.youtube.com/user/seekernetwork?sub_confirmati...)  
 As the effects of climate change come into focus, ...

## La solución en los productos químicos

### Lo que nos proporcionaron en su momento

Aunque se intenten mejorar las prácticas de cultivo para disminuir la amenaza de los patógenos, es necesario algún método eficiente para mantenerlos a raya. Desde siempre se ha intentado remediar las plagas de los cultivos. Al principio tenían un número limitado de recursos y la mayoría de los productos eran de origen natural: sulfato de cobre y azufre. Son dos fungicidas respetuosos con el medio ambiente. Atacan a hongos superficiales mediante contacto directo y por liberación de gases tóxicos. Su toxicidad en animales y humanos es bajísima. Aunque fueron de los primeros en utilizarse, siguen siendo muy útiles en la actualidad. De todas formas, había un gran número de patógenos e insectos inmunes a esta clase de compuestos.



No fue hasta 1940 que la cantidad de productos disponibles aumentó considerablemente con el descubrimiento del diclorodifeniltricloroetano o DDT. Desde ese momento se desarrollaron de manera rápida y constante productos orgánicos de síntesis. Vieron que estos magníficos productos acababan de forma drástica, eficaz y rápida con cualquier plaga o enfermedad. Y como con todo, el ser humano empezó a usarlos sin medida alguna.

### Se nos fue de las manos

Al principio todos creían que los plaguicidas solamente eran tóxicos para los patógenos; incluso los científicos ponían en duda la toxicidad de estos productos para los animales y los humanos, a no ser que se debiera a una ingesta accidental. Pasaron los años y se empezaron a observar drásticas afectaciones en insectos, gusanos, pájaros, peces, plantas y animales, situaciones que describe Rachel Carson en su libro *Primavera silenciosa*. Así pues, los productos químicos presentan algunas características que nos hacen cuestionar su uso:

#### TOXICIDAD

Aunque en principio los fitosanitarios sean una solución rápida, a la larga se ha visto que pueden ser nocivos para las plantas y para organismos antagonistas de los patógenos, es decir, que dañan a los organismos que limitan el crecimiento de los patógenos, de manera que estos pueden proliferar con más libertad. Además, los fitosanitarios inespecíficos pueden perjudicar severamente el contenido microbiológico del suelo, haciéndolo más susceptible a ser infestado de nuevo por otros patógenos. A lo largo de los años se ha podido evidenciar el impacto negativo de algunos pesticidas sobre el medio ambiente (aire, suelo y agua), así como su toxicidad en humanos y animales.

#### ¿Sabías que...?

Hay una iniciativa a favor de la legalización del DDT, porque se ha visto que es efectivo contra los mosquitos de la malaria.



**RESISTENCIA**

El uso reiterado y continuo de un mismo producto para mantener a raya a un patógeno puede provocar que este adquiera resistencias a dicho producto. Esto no es solamente una teoría, puesto que se ha visto que, a pesar del abundante uso de pesticidas químicos, el porcentaje de pérdidas en los cultivos se ha mantenido relativamente constante a lo largo de los años. Además, dado a que el uso de estos agentes ha conllevado la supervivencia de los insectos más resistentes, cada vez se han tenido que desarrollar productos más letales, es decir, más tóxicos. Así pues, el método de control químico masivo solo ha tenido un éxito limitado y amenaza con empeorar las mismas condiciones que pretende resolver.

Nos encontramos en una situación en la que es necesario mejorar nuestra tecnología para poder obtener un mejor rendimiento de los campos y para disminuir así las grandes pérdidas de cosecha. Los productos químicos parecían un arma muy eficaz en sus inicios, pero a la larga hemos visto que pueden llegar a ser más perjudiciales que beneficiosos.

**Para reflexionar:**

Desde que existe el mundo, en general, ha sido el ambiente el encargado de moldear la vegetación y la vida animal, es decir, las especies evolucionan para adaptarse a los cambios provocados por el ambiente. De todas formas, de forma puntual, también ha habido algún moldeamiento en el sentido opuesto:

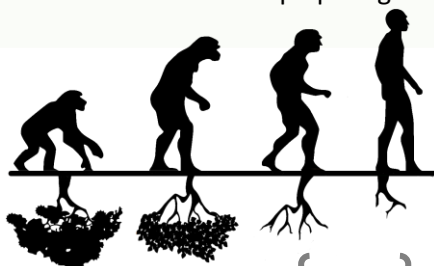


- Las plantas, con su fotosíntesis, provocaron una transformación atmosférica. La atmósfera pasó de ser reductora a oxidante.
- La bioerosión de las rocas generó desiertos.
- Los organismos edáficos formaron un suelo que no existiría sin ellos.

Pero hace pocos años apareció una única especie animal capaz de moldear significativamente la naturaleza, provocando cambios en el medio ambiente. Se trata del ser humano. Él mismo ha generado lo que llamamos contaminación. Esta contaminación afecta al mundo (aire, tierra, agua) y a los tejidos de los organismos y provoca cambios irremediables.

**Algunos químicos:** Las sustancias químicas a las que la naturaleza tiene que adaptarse ya no son solamente el calcio, el silicio, el cobre y demás minerales lavados de las rocas por los ríos. La manipulación descuidada de los productos químicos nos ha llevado a crear sustancias sintéticas peligrosas (como el DDT), muchas de las cuales matan a cualquier insecto (tanto al bueno como al malo) y generan desequilibrios ecológicos.

**Algunas radiaciones:** Ya sabemos que la radiación no es algo que haya inventado el hombre. A lo largo de la historia de la Tierra ha habido y sigue habiendo grandes radiaciones. Pero tras eones de tiempo se ha logrado un equilibrio. El problema es la rapidez del cambio que causa el hombre, tanta es la rapidez que la naturaleza no tiene tiempo para generar un equilibrio.



**Figura 4.** La evolución del ser humano y la marca de su huella.  
Recreación propia de la imagen.

## Alternativas

### *Agricultura ecológica y control sistémico*

Seguramente habéis oído hablar de los productos ecológicos, un concepto que va ganando popularidad en las redes sociales y en los diferentes negocios. Cada vez son más los Youtubers e Instagrammers que incluyen productos de origen ecológico en sus recetas, en su elección de prendas de ropa, en su estilo de vida en general. O negocios, de papelerías a panaderías, que también ofrecen esta clase de productos. Pero ¿qué es la agricultura ecológica? Su definición exacta no es conocida por todas las personas y es por ello que, ante todo, hay que aclarar brevemente el significado y los objetivos del cultivo ecológico, también llamado biológico, orgánico, biodinámico, natural, etc.

Ecológico no es cultivar tomates en el jardín de casa; no tiene nada que ver con el tamaño de un huerto. Parece que un huerto familiar pequeño tenga que ser ecológico, pero no es así, sobre todo son los grandes cultivos industrializados los que cada vez más quieren ofrecer productos ecológicos.

Ecológico tampoco se define por ser una agricultura «libre de productos químicos». Esto es en realidad una visión simplista que sugiere que tan solo hay una sustitución de los productos químicos por otros que sean orgánicos. En este contexto esto significaría que pesticidas o medicamentos veterinarios son sustituidos por agentes de control biológico y nada más.

En realidad, la agricultura orgánica se define a sí misma primeramente por lo que hace y no por lo que evita. Así pues, se define como un sistema que pretende establecer un ecosistema sostenible, comida libre de productos nocivos, una buena nutrición y el bienestar de los animales, lo que la convierte en algo más que un sistema de producción que simplemente incluye o excluye ciertas sustancias.

#### **En resumen, esta técnica se sustenta en los puntos siguientes:**



La no-utilización de productos químicos (abonos, productos contra parásitos, malas hierbas).



El equilibrio o la creación del ecosistema en el espacio cultivado. Es decir, se crea un medio donde conviven numerosas especies vegetales y animales, que instauran entre sí relaciones de control recíproco o de intercambio.



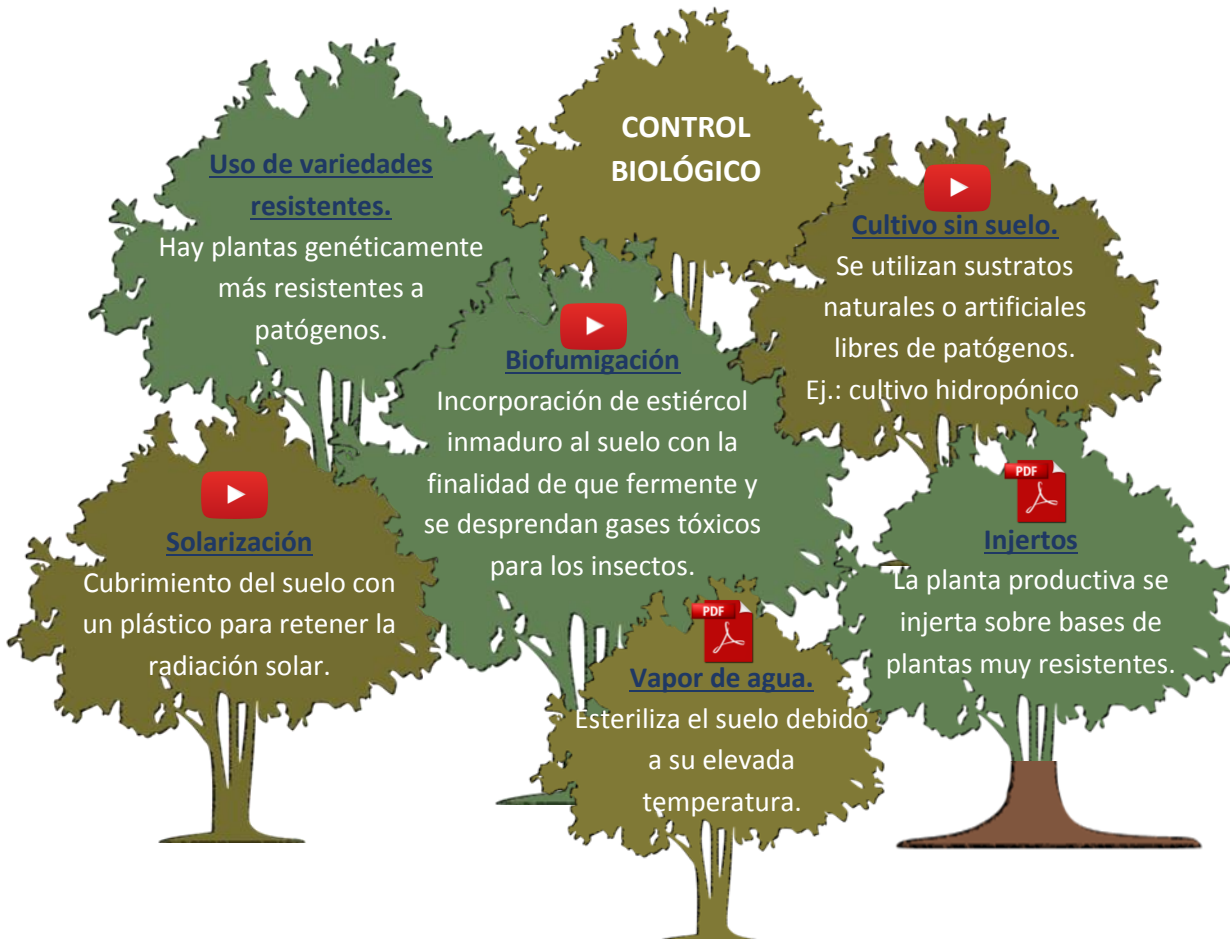
Conservación de la fertilidad orgánica de la tierra, imitando con las técnicas apropiadas lo que ocurre en la naturaleza.



Abandono de la explotación intensiva de la tierra con el monocultivo, y recuperación de técnicas antiguas, como la compatibilidad de cultivos y la rotación.

Un cultivo ecológico o biológico se obtiene gracias a un control sistémico también llamado control integrado. Se trata de una estrategia que utiliza diferentes metodologías complementarias para controlar las enfermedades y las plagas de los cultivos. Abarca métodos físicos, culturales, biológicos, genéticos, biotecnológicos y químicos (como última opción).

Como ya hemos comentado, algo que podemos cambiar fácilmente y que ofrece soluciones muy eficaces son las prácticas culturales. Estas prácticas se basan, por ejemplo, en la rotación de cultivos, en tener en cuenta las épocas de plantación y el clima, en hacer un uso correcto del riego y de los fertilizantes y en utilizar plantas trampa que los patógenos preferirán antes que al cultivo. A parte de cuidar las prácticas agrarias, también hay técnicas e innovaciones que permiten reducir el número de amenazas de los cultivos:



Hay muchas alternativas que nos permiten obtener productos ecológicos, pero la llegada del control biológico ha facilitado enormemente la lucha contra las plagas. De todas formas, no se puede dar por supuesto que todos los métodos de control biológico sean aceptables o incluso de primera elección en la agricultura ecológica. Aunque la agricultura ecológica se haya vuelto popular durante las últimas décadas, las granjas orgánicas siguen siendo una minoría en todos los países. Esto se debe a varios factores: la mala publicidad que han hecho las industrias químicas del control biológico, el precio ligeramente más elevado del producto ecológico, la falta de conocimiento profundo sobre el marco normativo, los obstáculos generados por los diferentes países para permitir el uso de nuevos productos biológicos y los obstáculos con los que se encuentran quienes deciden desarrollar estos productos. Un claro ejemplo de esto, es la empresa Biocontrol Technologies. Es de las pocas que, a pesar de todos los obstáculos que ha tenido que superar a lo largo de más de diez años para llegar a comercializar su producto, ha seguido en pie, luchando por su idea.

El hombre tiene que ser lo suficientemente inteligente para observar y emular la naturaleza. Hay que encontrar métodos que no tengan como finalidad la destrucción de especies concretas, sino gestionar la vegetación como una comunidad viva.



**Para reflexionar:**

El cultivo ecológico se ha puesto de moda. Ya sea por el ejemplo de países de Europa como Alemania o a través de las redes sociales, que nos han convencido del alto valor de los productos ecológicos. Por fin empieza a aumentar su demanda e incluso se mira con mala cara a los productos que no respetan el medio ambiente ni a los animales. Vamos al supermercado y buscamos esa media docena de huevos ecológicos que provienen de gallinas «felices», rechazamos frutas y verduras transportadas desde muy lejos y ya empezamos a detectar con facilidad las etiquetas que nos aseguran una producción ecológica. Pero estamos olvidando una variable, y es que estos productos tienen un precio mucho más alto que los convencionales no ecológicos. Hay personas que no pueden permitirse pagar 5 € más por un pollo, familias que comen carne gracias a los precios tan bajos que, de momento, sólo pueden ofrecerse gracias a la agricultura no ecológica. No podemos eliminarla de sopetón, porque sí; hemos visto que la ecológica nos proporciona muchos beneficios, pero hasta cierto punto hay que valorar el hecho de que muchas familias ya no podrían llevar una alimentación equilibrada. Y, ¿qué tenemos que valorar más, el bienestar mental de una vaca que será ejecutada de todas formas a los pocos años de vida o el hecho de que la gran mayoría de familias pueda servir un plato de carne en sus casas?

Claro que no se trata solo del bienestar de la vaca, sino también de la salud pública: evitar el mal uso de los antibióticos, eliminar los pesticidas nocivos, aumentar la calidad de los alimentos, etc. Por eso hay que seguir investigando y trabajar para poder llegar a obtener un cultivo ecológico accesible para todas las personas. Quizás suene a utopía, pero, ¿no es el ser humano el que ha inventado cosas tan increíbles como la rueda, la electricidad, la fotografía, los aviones, los cohetes que han llegado a la luna, a Marte? Si viajáramos en el tiempo, nos pudiéramos comunicar con el hombre de Cromañón y le dijéramos:

– En 10.000 años podrás:

- a) Volar por el cielo
- b) Hacer que se haga de día cuando es de noche
- c) Correr a 300km/h
- d) Hacer crecer plantas y criar animales para que puedan comer todas las personas.

Marca la respuesta correcta. –

¿Cuál creéis que elegiría? Visto así no parece tan imposible.

## El control biológico

### *La solución está en la naturaleza*

El control biológico nos ayuda a establecer una relación de simbiosis entre nosotros y la naturaleza. Para entenderlo, antes hay que saber cómo funciona esta técnica innovadora.

El control biológico es un uso sabio del control natural. Y ¿qué es el control natural? Pues es algo que existe desde siempre en la naturaleza, interacciones entre seres vivos y los factores

abióticos del medio que generan un equilibrio entre ellos; es el sistema agroecológico. Nosotros podemos estudiar estas interacciones y utilizarlas a nuestro favor para alterar ligeramente los equilibrios que se forman en los cultivos. Entonces, en su definición más sencilla, el control biológico es la regulación de un organismo como consecuencia de la actividad de otro, lográndose con ello un equilibrio poblacional deseado. De esta manera, en el ámbito de la agricultura se utilizan seres vivos que son capaces de reducir la cantidad de un patógeno que afecta al cultivo.

Caben distinguir tres estrategias básicas de aplicación del control biológico: la clásica, la de incremento y la de conservación:

Clásica (importación)	Incremento	Conservación
<p>Se importa un enemigo natural para el control de un agente exótico no autóctono productor de daños.</p> <p>Fue la primera estrategia de control biológico en utilizarse y ha sido la más utilizada contra plagas introducidas en nuevas áreas y establecidas permanentemente sin un complejo de enemigos asociados.</p> <p>Se introducen invertebrados, vertebrados y microorganismos en áreas agrícolas, naturales y urbanas.</p>	<p>Se aumenta de forma artificial la población de enemigos naturales para producir una mayor tasa de ataque y disminuir así la población del agente productor de daños. La aplicación puede ser por inoculación o por inundación.</p> <p>Inoculación: pretende colonizar el cultivo para prevenir los incrementos de la densidad del agente perjudicial.</p> <p>Inundación: liberación muy elevada de enemigos para la población dañina.</p>	<p>Esta estrategia se basa en mejorar la proliferación de organismos beneficiosos propios del lugar. Esto se logra proporcionando unas mejores condiciones para el organismo y limitando el uso de prácticas que lo desfavorecen. Es decir, se potencia la función de los enemigos naturales ya existentes sin aumentarlos de forma artificial.</p>

Ejemplo de control biológico de conservación y/o incremento:

El pulgón es el agente productor de daños y la mariquita uno de sus enemigos naturales. Aumentar las poblaciones de mariquitas o simplemente conservar su presencia, ayuda a disminuir los niveles de pulgón de los cultivos.



**Figura 5:** Control biológico con mariquitas.  
[https://pixabay.com/p-1877787/?no\\_redirect/](https://pixabay.com/p-1877787/?no_redirect/).

El control biológico, sobre todo en cuanto a insectos, es algo que existe desde hace tiempo. De todas formas, en los últimos veinte años se ha incrementado mucho la investigación en este sector y se ha puesto en práctica cada vez más el uso de microorganismos, de trampas de hormonas y la generación de machos estériles. A veces puede parecer muy lógica y sencilla la elección de un agente de control biológico, pero existen ciertas complicaciones.

- Si la liberación de machos estériles de un insecto reduce la cantidad de hembras fecundadas, ¿por qué no lo aplicamos para todos los insectos? En este caso una limitación sería la tecnología del desarrollo de estos machos estériles.
- Parece ser que con el simple hecho de aumentar la población de un enemigo de un patógeno podamos controlar su proliferación, pero ¿acaso conocemos toda la red de

enemigos que tiene ese patógeno? Además, no se puede incrementar la población de cualquier organismo sin tener en cuenta los posibles efectos colaterales.

Así pues, hace falta un largo y tedioso estudio de todos los efectos que pueden tener las diferentes decisiones. Además, hay una serie de características deseables que debe tener un agente de control biológico:

- ✓ No debe ser tóxico. Tiene que ser inocuo a las personas, a los animales y al cultivo.
- ✓ Debe ser específico, afectando sobre todo al organismo que se desee combatir.
- ✓ Debe tener la capacidad de diseminarse y colonizar el ambiente en el cual se aplica.
- ✓ Debe ser genéticamente estable y adaptable a las condiciones de los cultivos.
- ✓ Debe ser lo más compatible posible con las labores de manejo del cultivo.

Otro ejemplo de un caso curioso de control biológico:



En las viñas de Vilafranca del Penedès hay una medida biológica para reducir el número de mariposas que depositan sus huevos en los cultivos vinícolas. Para ello se introduce hormona de mariposa hembra en unos saquitos que se cuelgan de las parras. Las mariposas machos, al sobrevolar la zona, reciben la estimulación hormonal de la hembra, de manera que eyaculan sobre los sacos hormonados. Obviamente no habrá fertilización real. De esta forma, en un buen porcentaje, la eyaculación de los machos caerá sobre un saco en vez de hacerlo sobre una mariposa.

**¿Sabías que...?**



Se puede usar el control biológico como indicador de salud del campo. Por ejemplo, se sabe que los rosales son muy sensibles a cualquier enfermedad, hongos, pesticidas, intoxicación ambiental, etc. Es por esto que se plantan cerca de los viñedos donde sirven como indicador del bienestar de la zona.

**Comparación entre el control químico y el control biológico**

 <u>Control químico</u>	<u>Control biológico</u> 
Curativo cuando aparecen los síntomas.	Curativo y preventivo.
Genera resistencia en patógenos, por lo que se pierde completamente su eficacia.	No genera resistencias.
Poca versatilidad, alta especificidad en determinadas fases del ciclo vital del patógeno.	Más versátil, según los organismos. Más complejos que una molécula química, y pueden tener diversos mecanismos de acción.
Poca persistencia, alta frecuencia de aplicación.	Persistencia más prolongada, baja frecuencia de aplicación.
Límite máximo de residuos (LMR) regulado por ley.	No genera residuos.
Toxicidad, retrasa el crecimiento de las plantas.	Beneficioso, activa defensas i promueve el crecimiento de las plantas.

Los agentes de control biológico tienen ciertas ventajas sobre los fungicidas sintéticos:

- Tienen menos efectos colaterales sobre los seres vivos y el medio ambiente, ya que se juega con interacciones entre organismos que ya existen de forma natural. Por esta razón, pueden ser utilizados en la agricultura ecológica. De todas formas, es necesario hacer un buen estudio del sistema agroecológico para no alterar el ecosistema de forma significativa.
- Son eficaces contra patógenos resistentes a fungicidas, dado que tienen diferentes mecanismos de acción para combatir al patógeno. No atacan con una única sustancia como en el control químico; en el biológico están implicados diferentes factores como la competencia por nutrientes, la activación de sistemas de defensa de la planta y el hecho de que los patógenos son consumidos por sus enemigos.
- Tienen menos probabilidad de generar resistencias, por las mismas razones que antes: al no atacar al patógeno únicamente de una forma, es muy improbable que sobreviva alguna cepa resistente a todos los diferentes mecanismos.
- La relación coste/beneficio es muy favorable, dado que los efectos de los agentes de control biológico duran mucho más y, por lo tanto, requieren menos repeticiones del tratamiento. El beneficio suele acentuarse a la larga, ya que con el control químico se han dado muchos casos de resistencias que han conllevado a la muerte de algunos cultivos, algo que no ocurre con el control biológico.

## Biocontrol Technologies

### La empresa

La empresa Biocontrol Technologies se fundó en el año 2005. Es un *spin off* (empresa derivada) de la Universidad de Barcelona especializado en investigar, desarrollar y producir microorganismos que actúan como agentes de control biológico frente a enfermedades de plantas ornamentales y de cultivos de hortalizas como el tomate, la patata, el pimiento, la guindilla y otras. Su producto estrella es el T34 Biocontrol®, un fitosanitario alternativo a los pesticidas químicos que contiene esporas de *Trichoderma asperellum* cepa T34.

#### *Trichoderma asperellum* cepa T34



Figura 6.  
*T. asperellum*.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Trichoderma>.

#### ¿Qué es?

- Un hongo de origen natural.

#### ¿Cuál es su reservorio?

- El suelo. El género *Trichoderma*, en general, es de los hongos más prevalentes del suelo.

#### ¿Qué hace concretamente la cepa T34?

- Protege a las plantas de posibles infecciones y estimula su crecimiento y su mecanismo de defensa.

#### ¿Contra qué es útil?

- Contra una gran cantidad de patógenos.

**Ficha técnica del producto****T34 BIOCONTROL<sup>®</sup>**

**T34 BIOCONTROL** es un biofungicida que combate hongos, algunas bacterias y que promueve el crecimiento de las plantas. Se usa en un amplio grupo de cultivos para controlar diferentes patógenos como *Fusarium oxysporum* y *Pythium aphanidermatum*.

**T34 BIOCONTROL** es un producto natural, por lo que puede utilizarse en producciones ecológicas. Contiene una cepa específica de un hongo natural del suelo y es suministrado en forma de esporas. El hongo tiene la capacidad de colonizar el medio de crecimiento y las raíces de las plantas. Funciona gracias a que crea una barrera física para los patógenos a nivel de las raíces y compite con estos por espacio y nutrientes, a la vez que parasita algunos de ellos. Además, induce los mecanismos de resistencia de las plantas para ayudarlas a combatir infecciones. Tiene efectos preventivos y curativos en el control de diversas enfermedades.

**Formulación**

Está formulado en polvo humectable. Contiene esporas vivas del hongo *Trichoderma asperellum* cepa T34 que vive de forma natural en el suelo. El producto tiene una concentración de  $1 \times 10^{12}$  cfu por kg. **T34 BIOCONTROL** no contiene nada manipulado genéticamente.

**Aplicaciones y modo de empleo**

Aplicación antes de plantar el cultivo: en el medio de crecimiento de las plantas o mojando las raíces en un medio que contenga el producto.

Aplicación en cultivos: en el agua de riego.

La aplicación estándar es de 10 gramos por metro cúbico, pero puede variar según el tipo de cultivo. Unos días tras la inoculación del hongo, este coloniza la zona.

Su eficacia máxima se da a temperaturas de entre 15 y 35°C.

Es eficaz a cualquier pH que permita el crecimiento de plantas (aproximadamente entre 4 y 9).

Su aplicación suele ser cada dos o tres meses, siempre según el tipo de cultivo.

**Cultivos autorizados**

Está autorizado para tomate, pimiento, chile, berenjena, melón, fresas, patatas, lechuga y plantas ornamentales. Hay otros productos por los que aún no ha sido autorizado pero que los experimentos muestran resultados favorables.

**Manejo de resistencias**

**T34 BIOCONTROL** no genera resistencias, gracias a su gran variedad y complejidad de mecanismos de acción sobre el patógeno.

**Compatibilidades**



Al tratarse de un producto que contiene organismos vivos hay que evitar aplicar fungicidas químicos que podrían matarlos. Sí que es compatible con insecticidas y fertilizantes diluidos.

**Precauciones**

No hay ningún riesgo de toxicidad.

**Ventajas de T34 BIOCONTROL frente un fungicida químico**

Si aun no nos han convencido las ventajas de los productos de control biológico, cuando comparamos sus propiedades directamente con un antifúngico de origen químico, desaparecen las dudas.

	 <b>CAPTAN®</b>	<b>T34 BIOCONTROL®</b> 
<b>Formulación</b>	Polvo humectable	Polvo humectable
<b>Ingredientes</b>	N-triclorometilitio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida, diluyente, humectante, dispersante y compuestos relacionados.	Esporas del hongo natural <i>Trichoderma asperellum</i> T34.
<b>Precauciones y advertencias</b>	Necesidad de equipo de protección adecuado: <b>overol impermeable</b> de mangas largas, <b>guantes impermeables</b> , <b>lentes de seguridad</b> , <b>botas</b> , <b>gorro</b> , <b>maskarilla</b> provista de filtro. <b>Evitar contacto con la piel, boca, ojos y ropa. Evite inhalar</b> el producto. <b>Lávese</b> las manos antes de comer, beber o fumar. <b>No aplique en contra del viento</b> (...). Al terminar las labores diarias, <b>báñese</b> con abundante agua y jabón y <b>póngase ropa limpia</b> . (...) No se transporte ni almacene junto a productos alimenticios, ropa o forrajes. Manténgase <b>fuera del alcance de los niños y animales domésticos</b> . No deben exponerse ni manejar este producto mujeres <b>embarazadas</b> , en <b>lactación</b> ni personas <b>menores de 18 años</b> . No almacenar en casas habitación, no se reutilice el envase, <b>destrúyase</b> .	<b>Ninguna</b>
<b>Toxicidad</b>	Ligeramente <b>tóxico para personas y animales</b> . En caso de intoxicación consiga <b>atención médica de inmediato</b> . Mientras tanto, se deben aplicar <b>primeros auxilios</b> (indicados). Ejemplo en caso de material ingerido: <b>"... si el paciente está consciente, provoque el vómito (...)</b> Repita esta operación hasta que el vómito sea claro ..."  Si el paciente <b>no respira</b> , proporcione de inmediato respiración artificial. No aplique respiración de boca a boca cuando el paciente haya ingerido el producto o tenga contaminada la cara.	<b>Ninguna</b>
<b>Fitotoxicidad</b>	No es fitotóxico en los cultivos a las <b>dosis recomendadas</b> i bajo las instrucciones indicadas.	<b>Ninguna</b>
<b>Aplicación</b>	<b>Cada semana.</b>	<b>¡Una sola aplicación cada dos o tres meses!</b>

**Un gran avance en el control biológico**

Hasta aquí hemos podido ver todas las ventajas del control biológico, aunque es necesario mencionar que, en algunos casos, existen ciertos inconvenientes que dificultan el uso de estos agentes de control. De todas formas, T34 BIOCONTROL los solventa fácilmente. Además, algunos inconvenientes también tienen su lado positivo:

Inconvenientes del control biológico	T34 BIOCONTROL
La aplicación y el manejo de estos productos suelen ser complejos.	Se aplica fácilmente a través del sistema de riego.
Es menos rápido y menos drástico que el control químico.	Al cabo de dos o tres días ya está totalmente asociado a la planta y su efecto se irá evidenciando de forma progresiva, por lo que puede tardar más en verse, pero a la larga los resultados serán mejores y superiores.
El éxito de su aplicación requiere mayores conocimientos de la biología de los organismos implicados (tanto del agente causante del daño como de sus enemigos naturales).	Los numerosos estudios que se han tenido que realizar garantizan la excepcionalidad del producto. Además, con cada estudio han encontrado más ventajas del uso de T34.
La mayoría de los enemigos naturales suelen actuar sobre una o unas pocas especies, es decir, son altamente selectivos. Esto puede resultar una ventaja, pero en ocasiones supone una desventaja, puesto que incrementa la complejidad y los costes derivados de la necesidad de utilizar distintos programas de control.	Varios usuarios han descrito al <i>Trichoderma asperellum</i> T34 como un verdadero cosmopolita, y es que es capaz de crecer en diferentes tipos de terrenos y climas, a la vez que es eficaz contra un gran número de patógenos. Además, el hongo facilita la absorción de hierro por parte de la planta, por lo que reduce la necesidad de aplicar productos como el sulfato de cobre. Solamente hay que evitar el uso de fungicidas, dado que el <i>Trichoderma</i> es un hongo. Pero la aplicación de algún insecticida o de fertilizantes diluidos no lo dañaría. Incluso en el caso de querer utilizar algún fungicida, puede dejarse un margen de diez días para luego continuar después con la aplicación de T34 BIOCONTROL.






**¿Cómo funciona T34 BIOCONTROL?**

El *Trichoderma asperellum* cepa T34 tiene múltiples mecanismos de acción:

- Compite directamente con los patógenos por espacio y nutrientes.
- Tiene la capacidad de colonizar el medio de cultivo y las raíces de las plantas donde forma una barrera física contra los patógenos. Además, se ha visto que cuando se da la colonización de las raíces, las plantas crecen más, ya que les facilita la absorción de nutrientes.

- Tiene un efecto directo sobre microorganismos patógenos, al sintetizar compuestos bioestáticos.
- Tiene la capacidad de hiperparasitar otros hongos patógenos para las plantas.  
Ejemplo: en presencia del hongo patógeno *Fusarium*, T34 BIOCONTROL infecta su hyphae y se ha observado que la población de T34 es mayor en presencia del patógeno que en su ausencia.
- Induce los mecanismos de resistencia de las plantas. T34 BIOCONTROL estimula la expresión de un grupo de proteínas de defensa de la planta. Además, le provoca un cambio en el metabolismo que pasará a ser más defensivo: se han descubierto que en presencia de T34 BIOCONTROL la planta empieza a sintetizar callosa (un polisacárido) que bloquea la germinación de esporas patógenas.  
Es decir, se produce un cambio en el metabolismo de las plantas mejorando así la resistencia frente estrés biológico y abiótico.

**La utilización del producto T34 BIOCONTROL ayuda a:**

-  Reducir el uso de fungicidas químicos.
-  Eliminar o reducir los residuos químicos, minimizando así los problemas medioambientales que conllevan.
-  Reducir el riesgo de aparición de patógenos resistentes.
-  Mejorar el crecimiento de las plantas.
-  Eliminar una gran variedad de patógenos presentes en cultivos.



Las autorizaciones que han conseguido hasta ahora en Europa:

EU MEMBER STATE	REGISTRATION	AUTHORIZED CROPS	AUTHORIZED DISEASES
<b>United Kingdom</b>	MAPP Number 17290	Protected <i>Dianthus</i> (carnations).	<i>Fusarium oxysporum</i>
		Protected tomato, pepper, chilli and aubergine.	<i>Pythium aphanidermatum</i>
	Extension of authorization No: 1805 of 2016	Protected cucurbits, squash and melon.	<i>Fusarium</i> and <i>Pythium</i>
	Extension of authorization No: 1808 of 2016	Protected strawberry, cane fruit and bush/small fruit.	<i>Fusarium</i> and <i>Pythium</i>
	Extension of authorization No: 1809 of 2016	Protected brassicas in propagation, leafy vegetables and fresh herbs.	<i>Fusarium</i> and <i>Pythium</i>
	Extension of authorization No: 1810 of 2016	Protected ornamental and forest nursery crops.	<i>Fusarium</i> and <i>Pythium</i>
<b>France</b>	AMM 2160492	Protected ornamental plant production.	<i>Tracheomyces</i>
		Protected tomato, pepper, chilli and aubergine.	<i>Pythiaceae</i>
<b>The Netherlands</b>	15135N	Protected <i>Dianthus</i> (carnations).	<i>Fusarium oxysporum</i>
		Protected fruiting solanaceous (tomato, pepper, chilli and aubergine).	<i>Pythium</i> spp.
<b>Belgium</b>	10481P/B	Protected Annual ornamentals.	<i>Fusarium</i> spp.
		Protected Tomato, pepper, chilli, aubergine and sweet cucumber.	<i>Pythium</i> spp.
<b>Spain</b>	ES-00283	Protected carnations	<i>Fusarium oxysporum</i>
		Protected tomato, pepper, aubergine, cucumber, melon, watermelon, pumpkin, courgette.	<i>Pythium aphanidermatum</i>
<b>Ireland</b>	PCS No: 05620	Protected <i>Dianthus</i> (carnations).	<i>Fusarium oxysporum</i>
		Protected tomato, pepper, chilli and aubergine.	<i>Pythium aphanidermatum</i>
	Off label approvals	Protected cucurbits, squash and melon .	-
		Protected strawberry, cane fruit and bush/small fruit.	
		Protected brassicas in propagation, leafy vegetables and fresh herbs.	
	Protected ornamental and forest nursery crops.		

<http://biocontroltech.com/>.

Entrevista a Maribel y a Eva**¿Cómo fue vuestro primer contacto con el control biológico?**

**Maribel:** Nos hablaron del control biológico en la universidad y confié en él desde el principio. Estuve estudiando en los Estados Unidos, allí todo estaba más avanzado. Cuando volví aquí seguimos investigando, empezamos a trabajar con unos residuos al lado de un bosque en Castelldefels. Se trataba de un compost que era muy supresor para el patógeno *Fusarium*. Al encontrar este foco tan supresor, miramos qué microorganismos había en él y encontramos a los *Trichoderma*. Hicimos muchos aislamientos de innumerables cepas y tuvimos que elegir. Al final nos quedamos con el *Trichoderma* que, aislado, era incluso más supresor para *Fusarium* que el propio compost.

**Eva:** Para patentarla nos quedamos con la cepa más eficaz.

**¿Tantas diferencias había entre los distintos *Trichoderma*?**

**Eva:** ¡Sí, sí! Hay grandes diferencias dentro del mismo género e incluso dentro de la misma especie *asperellum*. Las diferencias son a nivel de las distintas cepas.

**Maribel:** Es como si dices que los judíos son buenos en física. Puede ser cierto, pero de Einstein solo hay uno.

**¿Podría llegar a usarse este microorganismo tan eficaz en jardines o parques públicos?**

**Maribel:** Para *home and garden* (casa y jardín) se necesita un permiso especial y estamos en ello. Hay que solicitarlo, pagar y esperar.

**Eva:** Los ayuntamientos han mostrado interés. Quieren minimizar los tratamientos con productos químicos. La gente, los vecinos, no quieren productos químicos.

**Hay quien opina que, de momento, los pesticidas son más eficaces, puesto que acaban de una forma más radical con los patógenos. ¿Es eso cierto? ¿Qué les diríais a estas personas?**

**Maribel:** Los fabricantes de productos químicos han hecho muy mala propaganda de los agentes de control biológico.

**Eva:** Sí, incluso alguno de los distribuidores que tenemos, al principio no creía que funcionaría. Ahora alucinan.

**Maribel:** A ver, es probable que si hay mucha cantidad de patógeno nuestro producto no funcione, pero es que tampoco lo hará el químico.

**Eva:** Siempre nos hacen comparar los resultados de nuestro producto con los efectos de un químico de referencia y, para que nos lo acepten, tiene que funcionar igual de bien o mejor.

**Maribel:** Además, los químicos son una inversión a corto plazo, pero te hipotecan: hay que ir comprándolos y aplicándolos muy a menudo. El producto biológico funciona más a largo plazo. Hace falta paciencia, pero no hay que aplicarlo cada semana como los químicos, sino que las aplicaciones son cada dos o tres meses.

**¿Y esta paciencia la tienen los agricultores? ¿Cómo les hacéis entender los beneficios del control biológico?**

**Maribel:** Los agricultores más jóvenes entienden más fácilmente la filosofía de este producto. De todas formas, hacemos unos seminarios para explicarles cómo funciona. Yo explico el funcionamiento más teórico y Pedro los procedimientos más prácticos.

**Eva:** Muestran interés y lo van entendiendo. Por ejemplo, ellos mismos acaban relacionando los conceptos: si tras poner el producto biológico añaden algún producto químico, lo pueden matar, ya que se trata de un microorganismo vivo. Lo bueno es que es muy sencillo de aplicar, porque pueden verter el producto en los tanques del sistema de riego y no tienen que preocuparse.

**¿Por qué utilizar vuestro producto?**

**Eva:** En primer lugar, para el control de enfermedades. La primera autorización la tuvimos para reducir el patógeno *Fusarium oxysporum*, una enfermedad que aún no ha podido ser controlada por fungicidas químicos, y para *Pythium aphanidematum*.

**Maribel:** Pero es que además, hemos visto que también sirve como método preventivo para controlar una gran lista de otras enfermedades. De todas formas, las autorizaciones para cada enfermedad tardan en llegar, aunque los experimentos sean favorables.

**¿Qué es lo que más os ha sorprendido de todo lo que habéis descubierto?**

**Eva:** Lo que más nos ha sorprendido quizás ha sido alguna cosa que hemos descubierto por casualidad... Ventajas del producto con las que no contábamos.

**¿Por ejemplo?**

**Eva:** Pues el hecho de que nuestro producto facilita el crecimiento de las plantas, mientras que hay muchos productos químicos que pueden tener efectos negativos y retrasarlo. Fueron los mismos clientes quienes al aplicar el producto observaron que las plantas estaban más verdes y grandes y nos lo comentaron.

**Maribel:** A ver, con nuestro producto, al principio, hay un momento en el que la planta está luchando contra el *Trichoderma*, pero una vez se adapta y modifica su metabolismo, cosa que ya sabíamos que pasaba, se favorece su crecimiento.

**Eva:** Por ejemplo, en Hungría utilizaron nuestro producto en cultivos de girasol y vieron que salían más pipas por planta y que cada pipa tenía un mayor porcentaje de aceite. Entre una cosa y otra consiguieron un 20% más de aceite. Así descubrimos que se podía optimizar la genética de la propia planta.

**¿Cómo es que no lo visteis cuando hacíais vuestros experimentos?**

**Eva:** Cuando hacemos los experimentos tenemos a las plantas muy bien alimentadas con todos los nutrientes que necesitan, de manera que crecen tranquilamente y ya se hacen enormes. En cambio, en casa de un agricultor que riega las plantas con agua del grifo y que a lo mejor no añade todos los nutrientes necesarios a los cultivos, sí que se verá el efecto positivo en cuanto al desarrollo de la planta, debido a la acción del *Trichoderma*.

**¿Y qué enfermedades combate?**

**Maribel:** Empezamos con *Fusarium* y fuimos haciendo experimentos con otros patógenos parecidos con los que creíamos que también podía funcionar, pero hay tantas enfermedades que no te vienen todas a la cabeza. Algunas de las enfermedades que combate también las hemos descubierto gracias a que los agricultores han querido probar el producto en cultivos que ya tenían medio muertos. Son casos en los que los pesticidas químicos ya no tienen efecto, y es que utilizar agentes de control biológico es algo que muy pocos eligen como primera opción; para muchos es la última alternativa.

**Eva:** A veces nos preguntan si nuestro producto les funcionará con ciertos patógenos con los que no hemos hecho experimentos. Nosotras primero nos planteamos si puede funcionar, si se parecen metabólicamente a los patógenos contra los que sabemos que es eficaz. Después de valorarlo, les aconsejamos si lo intentaríamos o no.

**Maribel:** Por ejemplo, un hombre acudió a nosotras porque tenía un cultivo de melones medio muerto, ya que un patógeno que lo afectaba se había vuelto resistente contra el producto que utilizaba normalmente. Aplicó *Trichoderma* y le revivieron.

**¿Es verdad que los agentes de control biológico son eficaces contra patógenos resistentes a fungicidas?**

**Eva:** De hecho tenemos dos tesis sobre esto.

**Maribel:** Sí, es cierto, y la verdad es que es algo muy positivo. Es algo que sucede gracias a los diferentes mecanismos de acción que tienen para combatir a los patógenos. Todo suma: un

10% de activación del sistema inmunitario de la planta, un 20-30% de estimulación de su crecimiento haciéndola más fuerte, con mayor raíz y más vitalidad, y un 60% entre su propiedad hiperparasitaria sobre los patógenos y la competencia por nutrientes y sitio con ellos.

**Eva:** Esta multifuncionalidad les otorga flexibilidad a la hora de combatir los diferentes patógenos y además, les permite eliminar a los que presentan resistencias a productos químicos. Sin olvidar que también son un método preventivo.

#### ¿Cómo se activa el sistema inmunitario de una planta?

**Eva:** Tiene un efecto como de vacuna. En nuestros experimentos hemos observado que cuando un cultivo sin tratamiento entra en contacto con patógenos foliares, hay un 60% de plantas afectadas. En cambio, si este cultivo es tratado antes con nuestro producto, parece que las plantas ya estén preparadas para la llegada de un patógeno, porque su respuesta ante la llegada del patógeno foliar es más rápida y solo hay una afectación del 20%.

**Maribel:** La gente aplica ácido salicílico en forma de aspirina al agua de riego porque ven que así mejora el estado de las plantas. Y es que se ha visto que es una hormona de señalización que sintetiza la propia planta cuando un patógeno la ataca. La sintetiza para defenderse del patógeno. Cuando aplicamos el *Trichoderma* se activa esta vía de señalización y aumentan los niveles del ácido salicílico.

Una planta siempre puede responder al ataque de un patógeno, pero el resultado final depende de la velocidad y de la magnitud de la respuesta, y claro, si la planta está preparada, con todas las proteínas a punto, se pondrá en marcha de inmediato cuando entre en contacto con el patógeno. Responderá más rápido, con lo que tendrá más posibilidades de vencer.

#### Entonces, si el *Trichoderma* pone en alerta a la planta, ¿puede ser que tenga efectos negativos sobre ella si se aplica demasiado producto?

**Maribel:** Esto es la fitotoxicidad y nos lo hicieron mirar al principio, igual que si era tóxico para animales o personas. Y no lo es. El experimento más duro lo hicimos con claveles.

**Eva:** Pusimos las raíces de los claveles en el producto muy concentrado, como mil veces más concentrado de lo que se aplica en el campo, para ver si era fitotóxico.

**Maribel:** Tan exagerado era el experimento que nos fuimos a comer con la conciencia intranquila. ¡Dejamos las raíces dentro del producto mil veces más concentrado durante dos o tres horas! Cuando regresamos de comer plantamos los claveles y al cabo de una semana vimos que se ponían amarillos.

**Eva:** Estábamos seguras de que los habíamos matado.

**Maribel:** Estábamos a punto de tirarlos, pero al final decidimos dejarlos durante el fin de semana y cuando llegamos el lunes ¡vimos en la cabeza de la planta un punto verde! Estaban vivos. De todas formas, antes de este experimento ya habíamos hecho otros que demostraron que efectivamente no es tóxico ni para animales, ni para plantas, ni para humanos.

**Entonces, con el control biológico ¿es imposible que aparezcan formas de resistencia?**

**Maribel:** Hay algunos productos de control biológico que se basan en la síntesis de una toxina que combate a los patógenos. En estos casos se podría verter directamente la toxina sobre el cultivo, sin la necesidad del ser vivo que la sintetiza, y se obtendría el mismo efecto.

**Eva:** En este caso, la función la hace solamente una proteína, de manera que el mecanismo es como el de los productos químicos.

**Maribel:** De momento son los productos biológicos más utilizados, pero el año pasado empezaron a aparecer las primeras resistencias. En nuestro caso en cambio, el mecanismo de acción es mucho más complejo; se trata de un ser vivo que combate con una gran variedad de mecanismos, tanto directos como indirectos, a los patógenos, por lo que parece imposible que aparezcan resistencias.

**¿Si el control biológico es capaz de combatir formas resistentes de patógenos de plantas, podría haber esperanzas por encontrar algo así para ciertas enfermedades que ponen contra las cuerdas al ser humano, ahora que la resistencia a los antibióticos nos amenaza?**



**Un cuento. Observar y mimetizar la naturaleza**

A nuestro profesor de física le gustaba inventarse concursos para los alumnos de último curso de la ESO. Ese día tocaba construir un puente con hojas de papel. Ganaba el puente que más peso soportara, pero también tendría en cuenta la cantidad de papel utilizado en la construcción. Mis primeros intentos en casa fracasaron rotundamente. ¡Ni un libro soportaba mi puente! Empecé a coger más y más hojas de papel, las doblaba de una forma y otra, las pegaba con cinta adhesiva, cortaba por aquí y por allá, hasta que mi padre entró en la habitación y me preguntó desconcertado qué estaba haciendo. A lo que le respondí: «Un puente de papel». Y le expliqué las cortas bases del concurso. Mi padre se rió al ver mi puente que imitaba a los de las carreteras por donde pasen los coches, y me dijo: «Las estructuras más fuertes y resistentes las hace la naturaleza. Obsérvala y mimetiza sus formas».

Me pasé la tarde pensando en las estructuras fuertes de la naturaleza. Lo primero que se me ocurrió fueron las piedras: cuando íbamos al bosque cruzábamos los pequeños riachuelos saltando piedras incrustadas en el barro del río. Pero esto no servía para mi puente. Tras pensar un poco más recordé como en mis dibujos favoritos cruzaban los acantilados gracias a un grueso tronco. Un tronco que en los dibujos aguantaba a los personajes más pesados. Y entonces me vino a la cabeza: la forma del tubo. Miré mi hoja de papel hecha un churro de tanto pensar, reblandecida por el calor de mis manos. Tomé una nueva y la enrollé cuidadosamente. Pegué cada extremo con un poquito de cinta adhesiva y coloqué mi puente entre dos mesas. Puse mi primer libro de Física sobre el puente y... se cayó! Era muy difícil colocar el libro sobre el tubo sin que se cayera por falta de equilibrio. Pero ya había descifrado el código de la naturaleza. Ahora solo me hacía falta utilizarlo a mi favor. Tomé otra hoja de papel, la enrollé y junté ambos tubos con dos cintas de papel. Coloqué nuevamente un libro y esta vez ¡sí que aguantó! Coloqué otro libro y seguía en pie. Luego pensé en crear más y más tubos para hacer el puente aún más fuerte. Al final coloqué unos siete tubos unidos. Mi puente parecía una de esas balsas de los dibujos. Y aguantaba un montón de libros.

Fui al colegio con la certeza de que ganaría el concurso. En clase empezaron a caer puentes hasta que sólo quedaron dos en pie: el mío (obviamente) y el de mi archienemigo de clase. Su puente también estaba formado por tubos de papel, pero sus dos tubos no aguantarían más que mis siete. Y así fue: el mío aguantó más peso. Sonriendo en mi interior sabía que había ganado, pero cuando el profesor habló, el premio fue para él... La naturaleza siempre intenta ahorrar para conseguir sus propósitos. Y yo había olvidado esa parte.

Ese día aprendí varias cosas: muchas respuestas, si no todas, las encontramos en la naturaleza. Nos ponemos tan contentos cuando descubrimos que algo funciona que tendemos a explotarlo hasta el final.

**Bibliografía:**

- AGRIOS, G.N. (1997). *Plant pathology*. San Diego: Academic Press.
- BAKER, K.F.; COOK, R.J. (1974). *Biological control of plant pathogens*. San Francisco: W.H. Freeman and Co.
- BORRERO, C.; TRILLAS, M.I.; DELGADO, A.; AVILÉS, M. (2011). «Effect of ammonium/nitrate ratio in nutrient solution to control tomato *Fusarium* with *Trichoderma asperellum* T34». *Plant Pathology*, 61: 132-139.
- CARSON, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- CONNOR, D.J. (2007). «Organic agriculture cannot feed the world». *Field Crop Research*, 106: 187-190.
- COSCOLLÁ, R. (2004). *Introducción a la protección integrada*. València: Phytoma-España.
- FARGRO. Technical Notes for T34 BIOCONTROL
- FARGRO. Cromptalk Summer 20015
- FARGRO. Cromptalk Summer 20016
- FAUSTA, M. (1998). *El cultivo biológico de hortalizas y frutales*. Barcelona: De Vecchi.
- FERNÁNDEZ, E.; SEGARRA, G.; TRILLAS, M.I. (2014). «Physiological effects of the induction of resistance by compost or *Trichoderma asperellum* strain T34 against *Botrytis cinerea* in tomato». *Biological Control*, 78: 77-85.
- HOKKANEN, H.M.T.; EILENBERG, J. (2006). *An Ecological and Societal Approach to Biological Control (Progress in Biological Control)*. Springer.
- LÓPEZ-LÓPEZ, N.; SEGARRA, G.; VERGARA, O.; LÓPEZ-FABAL, A.; TRILLAS, M.I. (2016). «Compost from forest cleaning green waste and *Trichoderma asperellum* strain T34 reduced incidence of *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* seedlings». *Biological Control*, 95: 31-39.
- NATIONAL GEOGRAPHIC (2009). *La crisis alimentaria*. National Geographic España.
- SANT, D.; CASANOVA, E.; SEGARRA, G.; AVILÉS, M.; REIS, M.; TRILLAS, M.I. (2010). «Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 on *Fusarium wilt* and water usage in carnation grown on compost-based growth medium». *Biological Control*, 53: 291-296.
- SEGARRA, G. (2007). *Inducció de resistència sistèmica a les plantes per l'agent de control biològic «Trichoderma asperellum» sota T34 o substrats supressius*. Tesi. Barcelona: Departament de Biologia Vegetal. Universitat de Barcelona.
- SEGARRA, G.; ELENA, G.; TRILLAS, M.I. (2013). «Systemic resistance against *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis* triggered by an olive marc compost substrate requires functional SA signalling». *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 82: 46-50.



**Biol. on-line: Vol.6, núm. 1 (febrero de 2017) ISSN: 2339-5745 online**

SMIL, V. (2003). *Alimentar al mundo. Un reto del siglo XXI*. Madrid: Siglo XXI.

TRILLAS, M.I.; CASANOVA, E.; COTXARREA, L.; ORDOVAS, J.; BORRERO, C.; AVILÉS, M. (2006). «Composts from agricultural waste and the *Tichoderma asperellum* strain T-34 suppress *Rhizoctonia solani* in cucumber seedings». *Biological Control*, 39: 32-38.

Páginas Web de:

FAO

Ruralcat

Bayer

Worldmeters

Biocontrol Technologies