



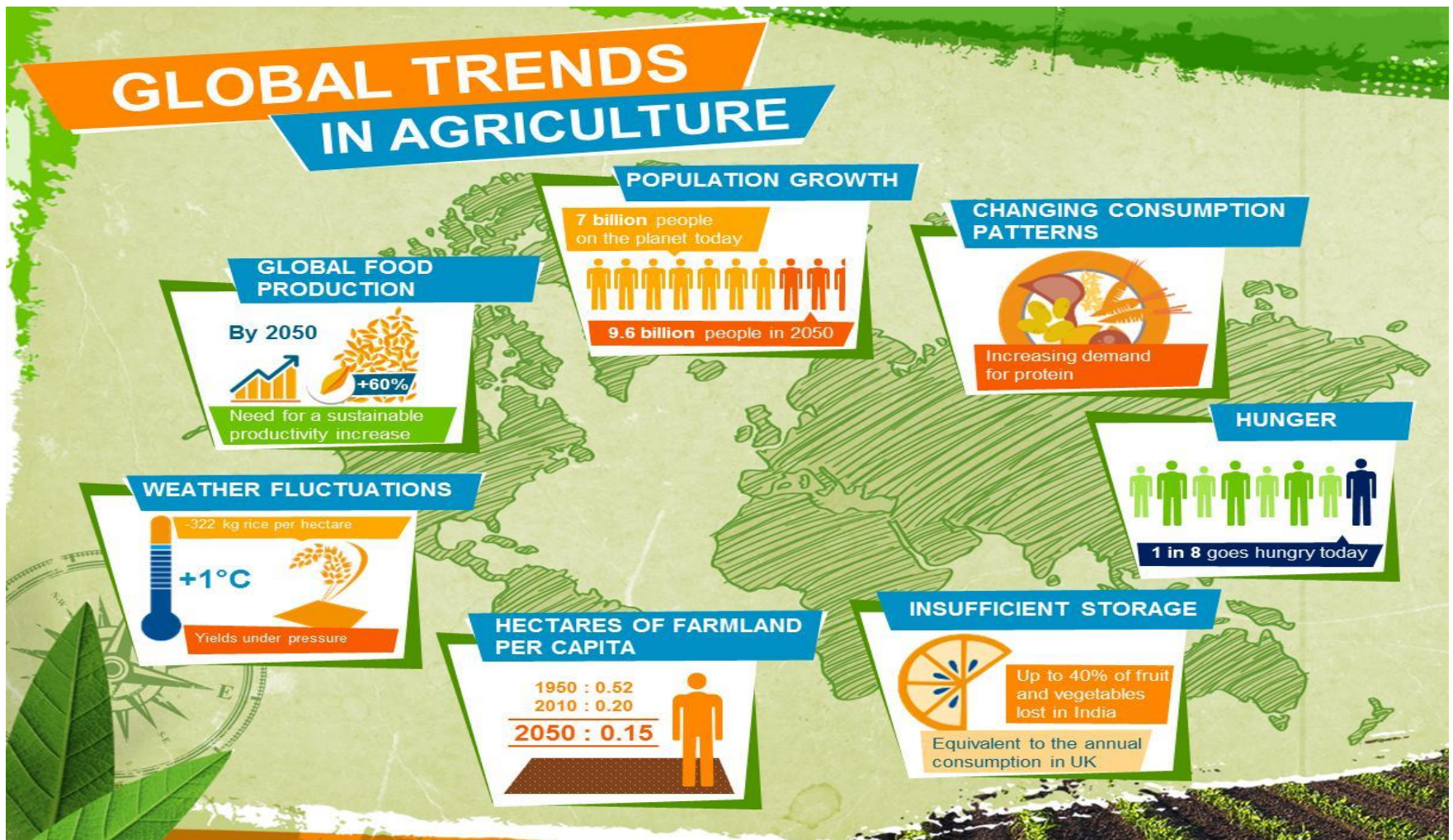
Science For A Better Life

# Innovación para una agricultura Sostenible

2do Workshop centroamericano sobre lechos biológicas

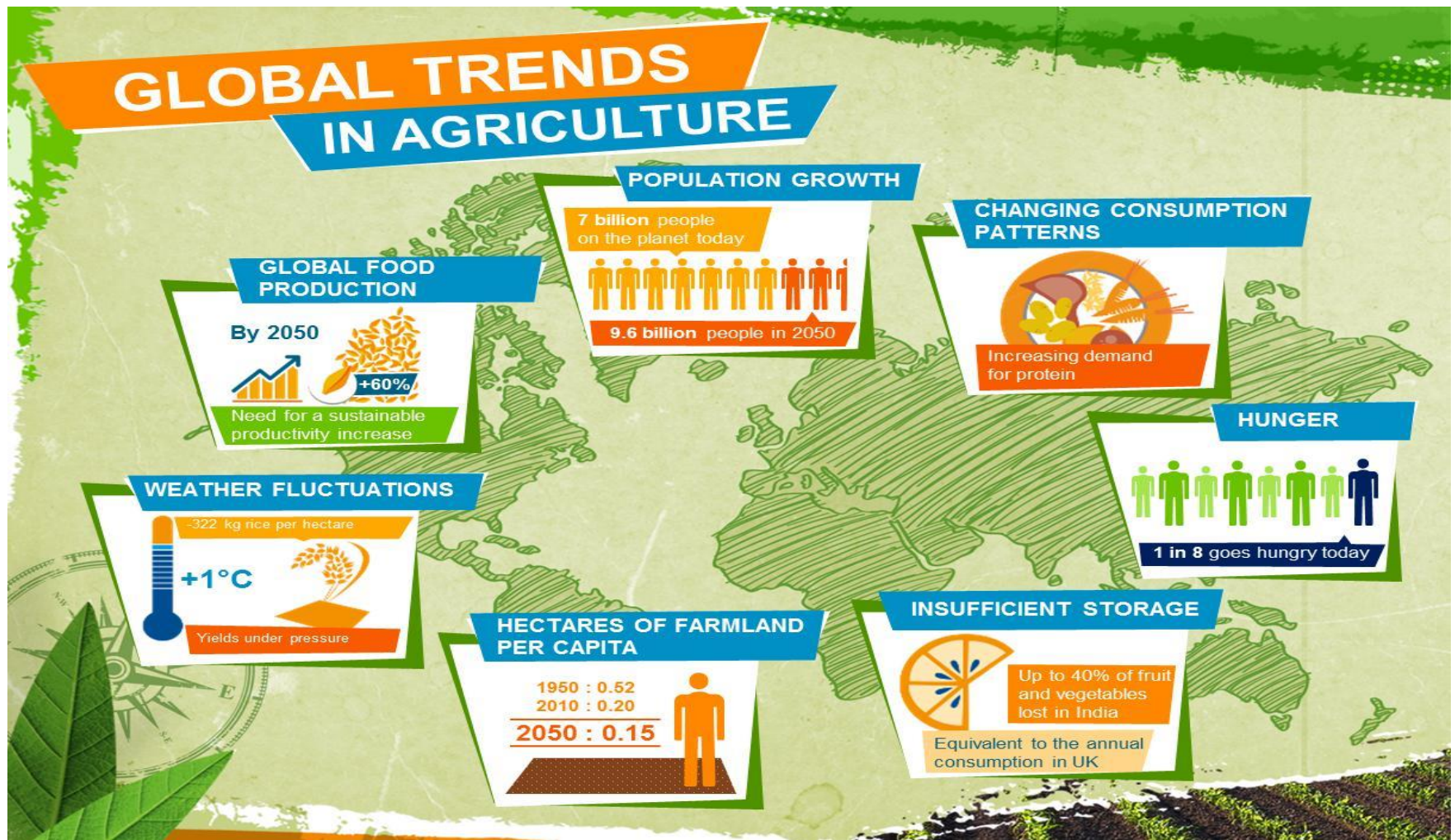
Guatemala,  
Junio, 2014

# Las tendencias globales son los agentes de cambio que afectan la agricultura ...





...la interacción de ellos impactaran al sistema de producción alimenticio durante los próximos 40 años



# No hay vida sin agua... tampoco comida.

La creciente población mundial requiere un uso mas eficiente del agua en la agricultura.



FACTS

OCTOBER 2013

## Global Trends in Agriculture

BAYER CROPSCIENCE · FARMING'S FUTURE



### Water meter

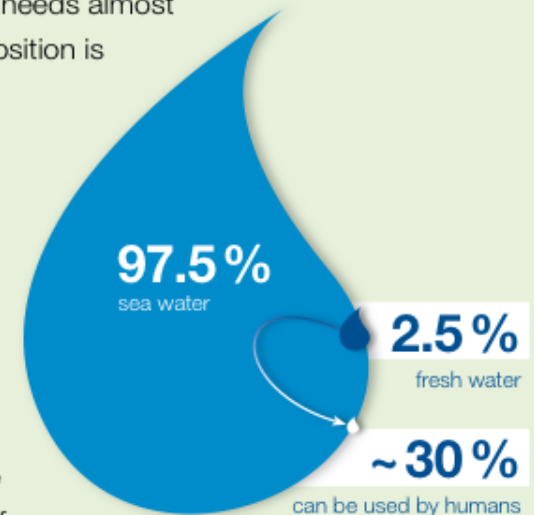
Plants and animals consume water. Each type of food we eat comes with a virtual **water footprint**, depending also on the location of production and the local water resources. A potato, for instance, has a water footprint of **25 liters**. An **apple**, in contrast, needs almost three times as much to grow: **70 liters**. The top position is held by the **hamburger with 2,400 liters**.

Source: FAO

### World water resources

Although we live on the „blue planet“, only **2.5 percent** of all water on earth is **fresh water**. Of that minor fraction, only about one third can be used by humans. The rest is bound in glaciers or frozen in ice and snow at the polar caps.

Source: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V.





# Nuestra agenda global

## “Una nueva revolución en la Agricultura”



Garantizar la seguridad alimenticia mundial nos ha llevado a desarrollar un plan holístico de 5 puntos:

1.

### Liderando la innovación

...ayudando a direccionar los grandes desafíos de la agricultura a través de nuevas soluciones

2.

### Empoderar a los pequeños y medianos agricultores

...proporcionándoles herramientas, tecnología y capacitación para su crecimiento económico a largo plazo

3.

### Conducir un fortalecimiento sostenible en la agricultura

...ayudando a incrementar tanto la productividad como la compatibilidad ambiental

4.

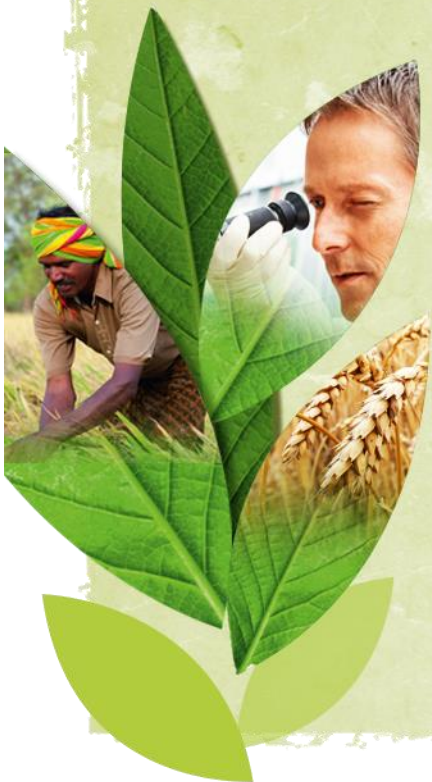
### Contribuir a la preservación de la salud humana

...mejorando el valor nutricional de ciertos cultivos y contribuir con un suministros de alimentos más sanos

5.

### Ampliar las alianzas

...aprovechando el potencial de colaboración en la agricultura moderna



Nuestro objetivo es extender nuestras actividades sostenibles en CA&C



## food chain partnership



Creando alianzas sustentables para



**AGROVIDA**

Integridad de  
producto

Seguridad del  
operador

Conservación  
del ambiente

### Programa de Custodia de BCS

- Capacitación de **19 mil personas** en 2013.
- Aporte de mas de **1600 equipos de protección**
- **Enfoque** en manejo seguro, EPP, manejo desechos, triple lavado.
- Manejo de **aguas residuales**





# El concepto Phytobac<sup>®</sup>

- Información previa
- El sistema Phytobac<sup>®</sup>
- Aspectos legales

## Identificación de riesgos para la salud pública y el medio ambiente mediante evaluación de la exposición y de los peligros

Estudios específicos sobre la sustancia activa (s.a.) y formulaciones durante la fase de preparación

### Toxicidad y ecotoxicidad

#### • Efectos de las s.a. sobre:

- plantas
- animales
- comestibles derivados de animales
- agua
- suelo
- aire

#### Residuos

#### Concentraciones previsibles en el medio ambiente

$K_{oc}$  (coeficiente de absorción de carbono orgánico)  
(velocidad de degradación)

Estudio sobre las exposiciones relacionadas con la aplicación

### Tipo de formulación, técnicas de aplicación y de cultivo

- Factores climáticos del suelo
- Tipo de suelo, tipo de campo o paisaje
- Buenas prácticas de cultivo (cantidad, datos de aplicación, condiciones de degradación)
- Cultivo y técnicas relacionadas
- Formulación y manipulación de los productos
- Consumo de comestibles

**Peligros**

**Evaluación de riesgos**

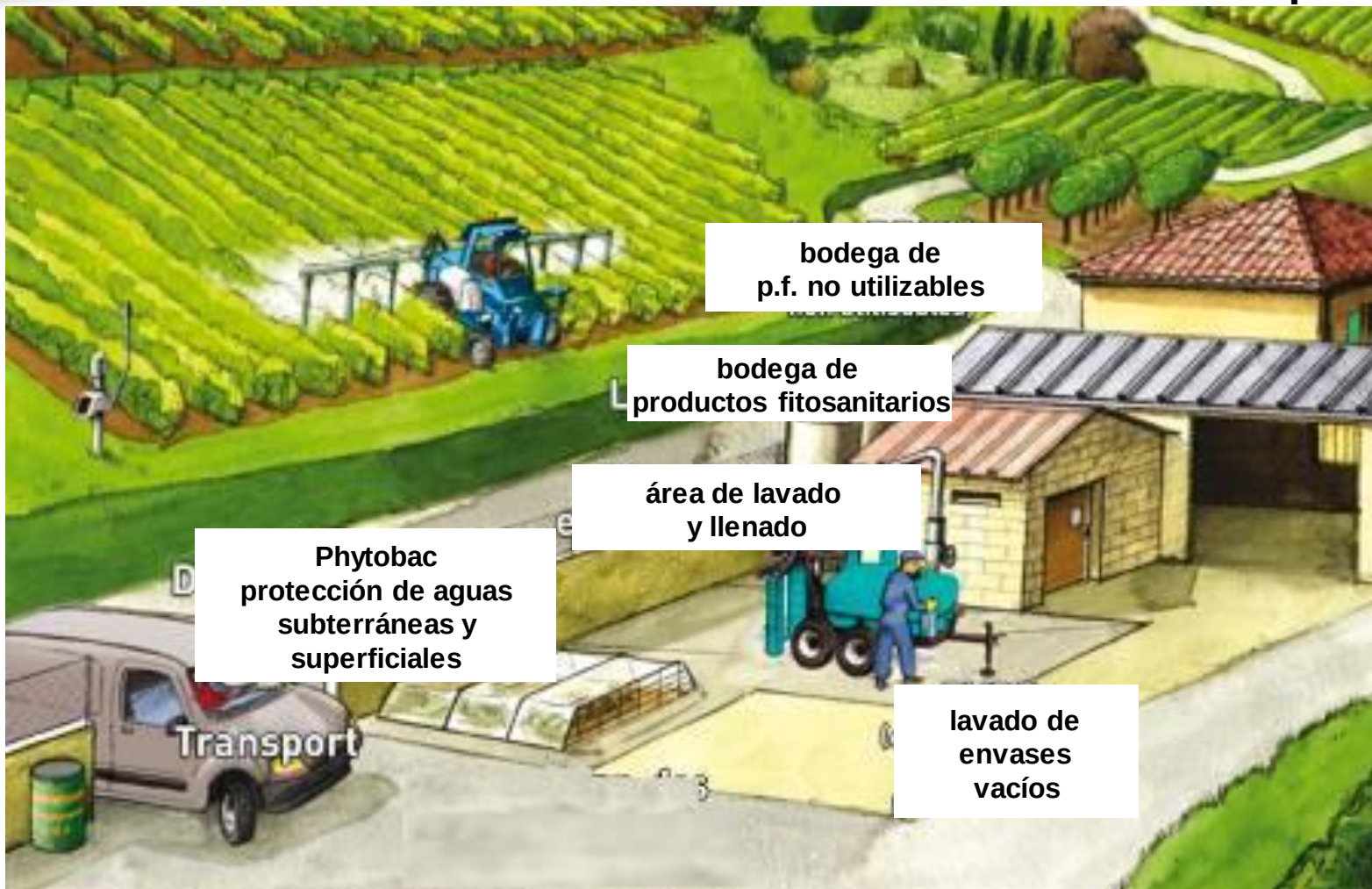
**Exposición**

**Gestión de riesgos**



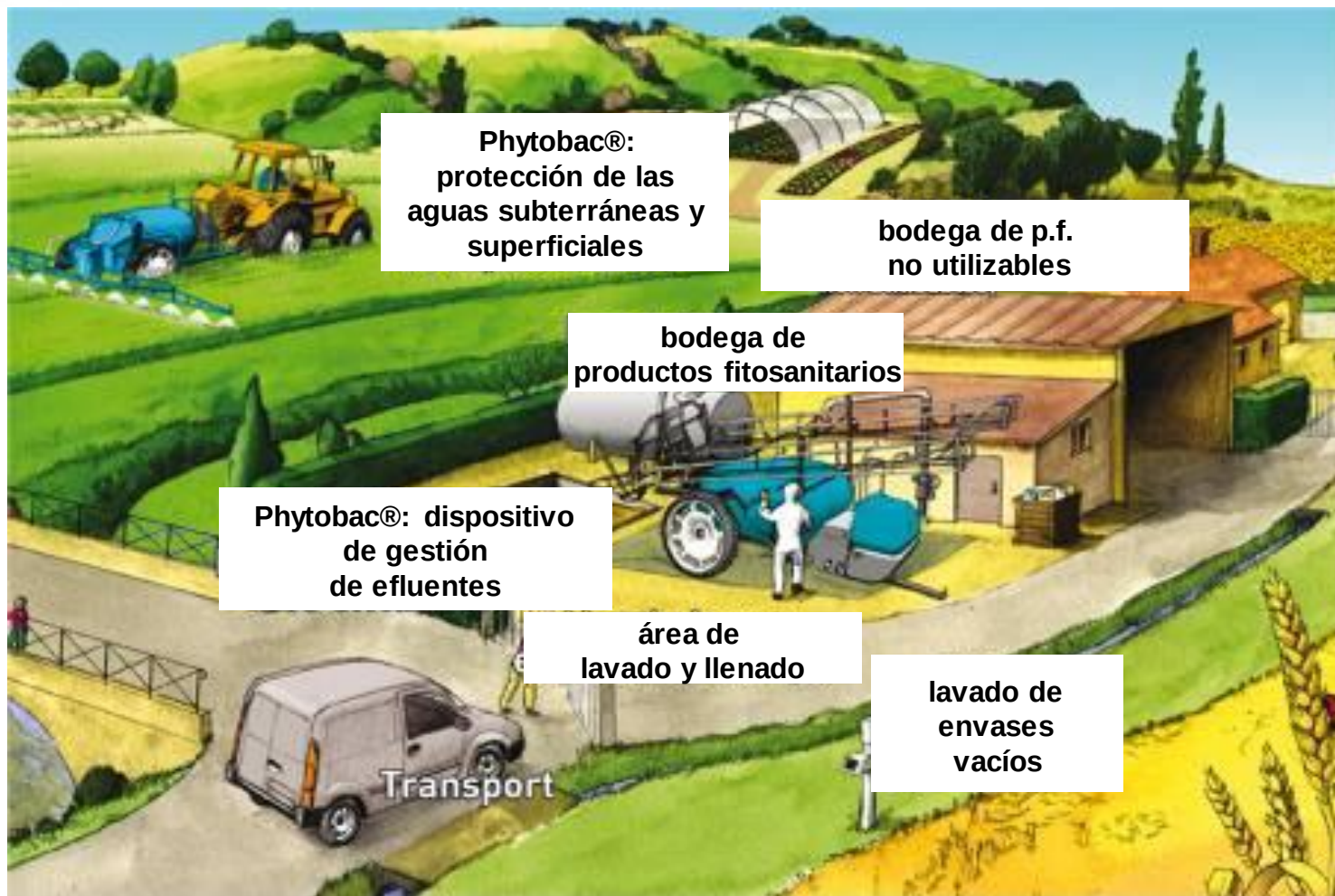
# Uso sostenible de productos fitosanitarios (p.f.)

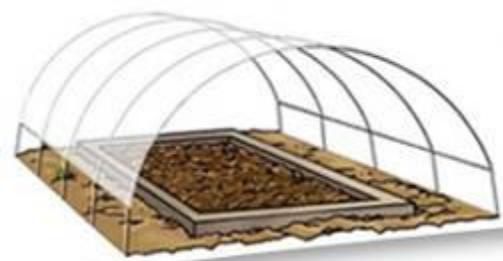
Cultivos  
perennes



# Uso sostenible de productos fitosanitarios (p.f.)

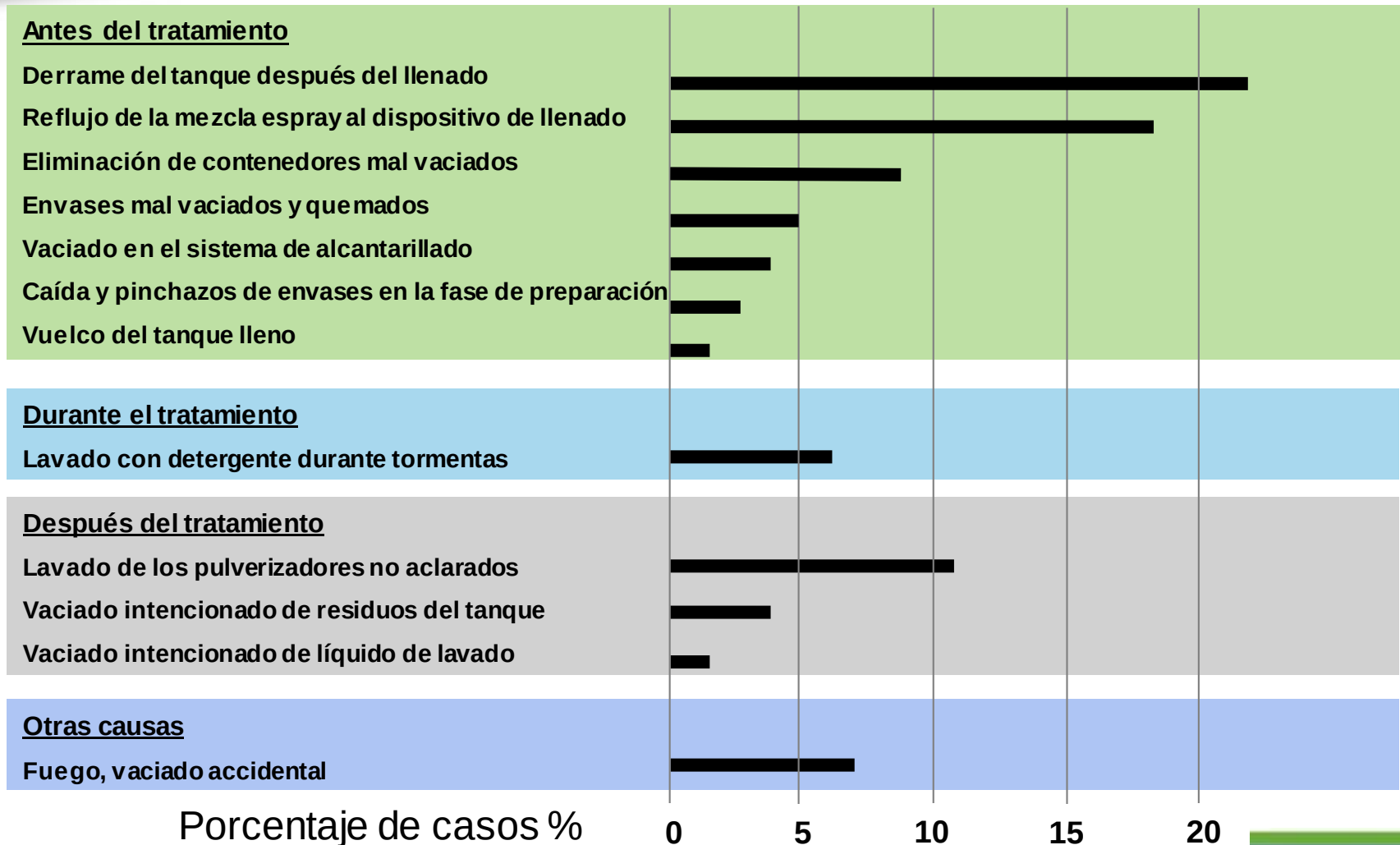
Cultivos anuales y  
otros cultivos





# Datos estadísticos sobre contaminación ocasional

## Agencia para el agua del rio Sena, Francia





# Buenas prácticas y gestos responsables



## El concepto Phytobac®

Bayer CropScience va más allá,

- desarrollando un sistema sencillo y económico para evitar la contaminación del agua

# Definición de Phytobac®

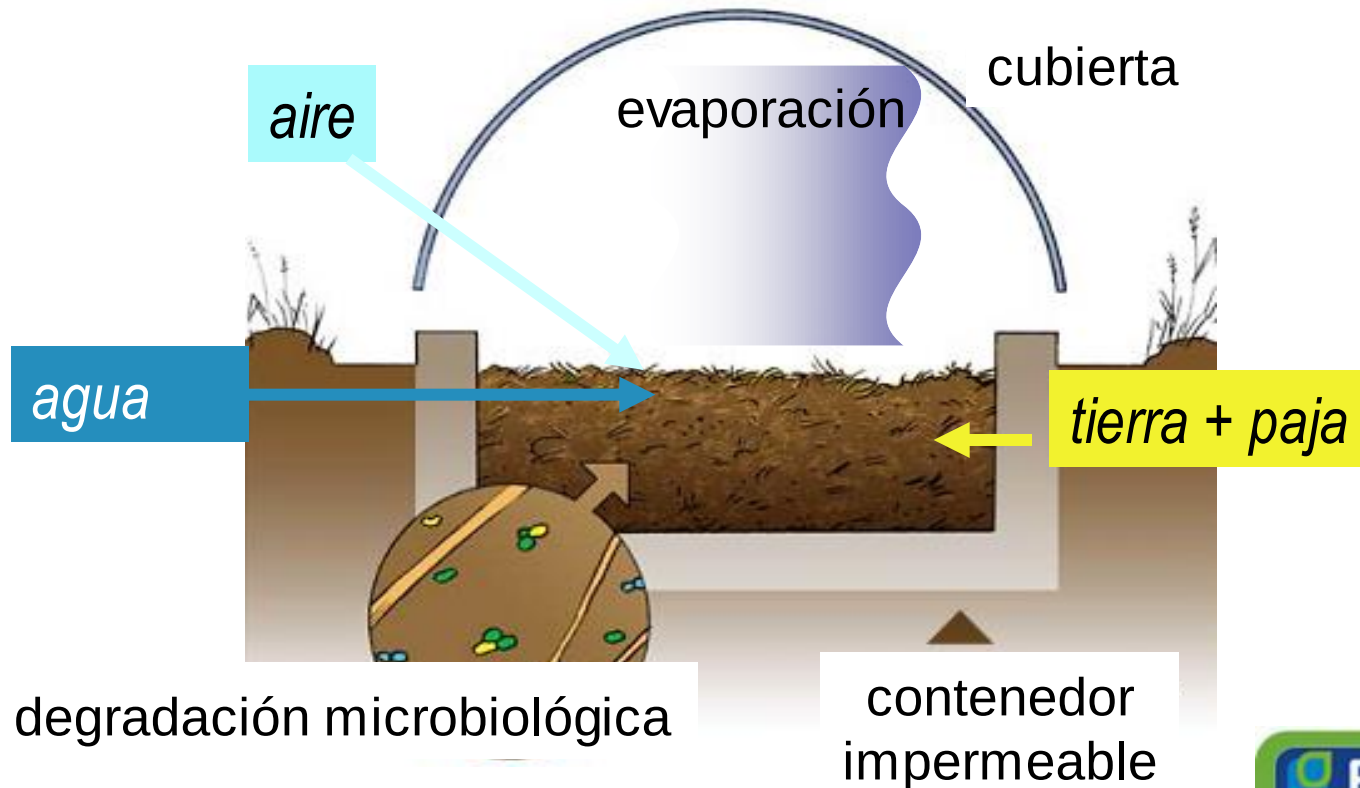


Phytobac® es un sistema de **recuperación y degradación de los efluentes de productos fitosanitarios**, el cual está aislado del entorno medioambiental e integrado en el proceso de gestión de la explotación agrícola.

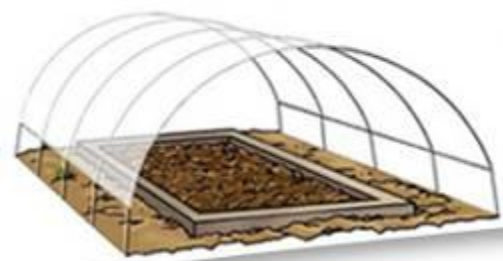
El sistema Phytobac® abarca toda la gestión de efluentes de productos fitosanitarios, como la planificación, la instalación y el uso de Phytobac®, así como la auditoria y el seguimiento del proceso.

# Funcionamiento de Phytobac®

El sustrato en el interior de Phytobac® se compone de una mezcla de tierra y paja suficientemente humedecida, así como aire y carbono como fuente de energía para los microorganismos.







# Diferencias entre Phytobac y el lecho biológico (biobed)

## Concepto Phytobac

- Con cubierta
- tierra/paja
- Degradación en la fase de registro
- Degradación por microorganismos
- Con techo
- Permite lavado
- Evita accidentes
- Sustrato renovable >10
- Permite esparcimiento del sustrato
- Gestión de efluentes integrada en la explotación

## Lecho biológico con cubierta

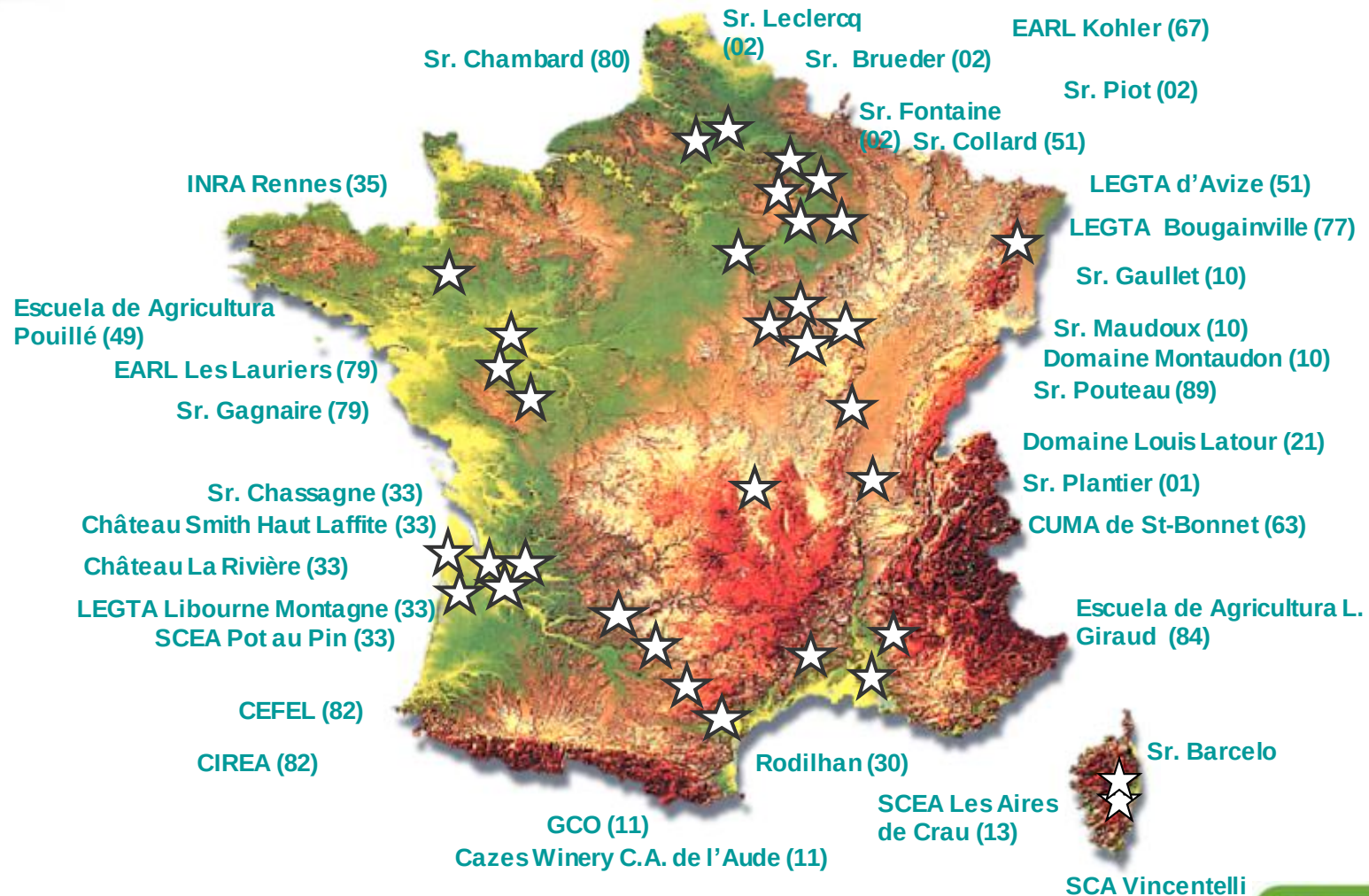
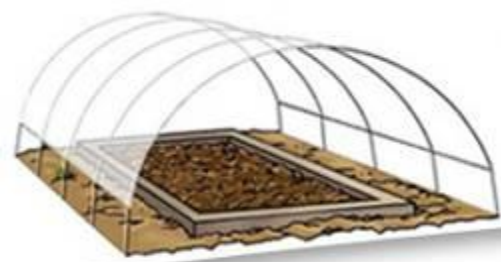
- 25/25/50 tierra/turba/paja
- Requiere prueba de degradación para cada producto fitosanitario
- Degradación por hongos
- Sin derrame de aceite
- Sin techo
- Permite lavado
- Sustrato renovable >6-8 años
- Permite esparcimiento del sustrato



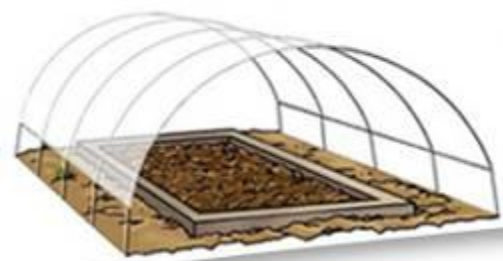
## Estudio sobre 30 proyectos piloto Phytobac®:

- datos utilizados para elaborar el pliego de especificaciones
- constituye la base del concepto Phytobac®

# Los 30 proyectos piloto Phytobac®





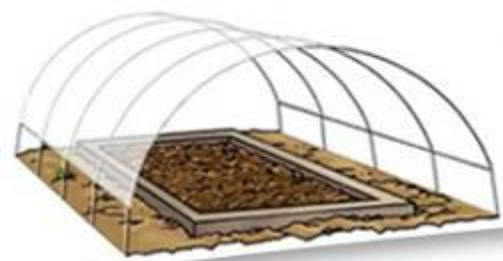


# Viabilidad del sistema Phytobac®

## Ventajas Phytobac® desde el punto de vista del usuario:

- práctico y fácil de usar
- favorece la concientización sobre las buenas prácticas en la agricultura
- contribuye a mejorar la imagen de las explotaciones
- precio razonable
- concientización respecto al medio ambiente – actitud favorable al medio ambiente.

Estudio realizado en 2003 por Laure Charpentier



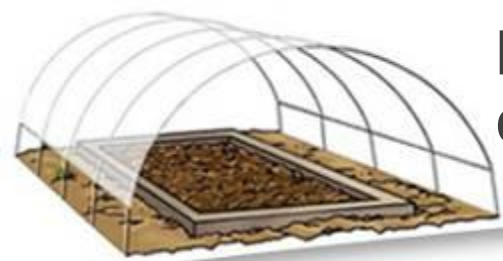
## Resultados después del uso de Phytobac® en la Cuenca del río Peron (Dpto. de Aisne, Francia)

Resultados en 42 explotaciones, 38 de ellas provistas de una bodega, área de lavado/llenado y un dispositivo Phytobac®

| Mediciones realizadas<br>rio abajo            | 26 abril 2005<br>antes de instalar<br>Phytobac® | 26 abril 2007<br>después de<br>instalar Phytobac® |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Número de moléculas<br>cuantificadas (>1µg/l) | 26                                              | 3                                                 |

2 de ellas de origen  
**no**-agrícola

Fuente: Agriperon, Francia



# Principios o métodos de tratamiento de los efluentes de productos fitosanitarios

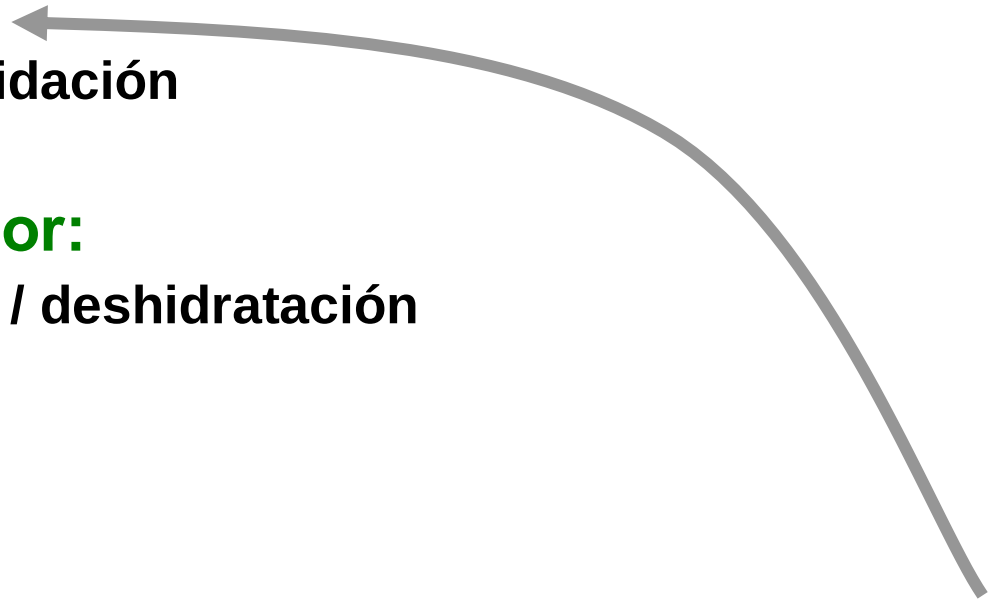
**Existen 2 principios básicos en el tratamiento de los efluentes de productos fitosanitarios:**

- **Degradación:**

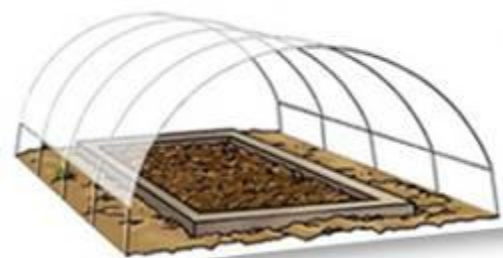
- biológica
- mediante oxidación

- **Concentración por:**

- evaporación / deshidratación
- filtración



# Las ventajas de Phytobac®



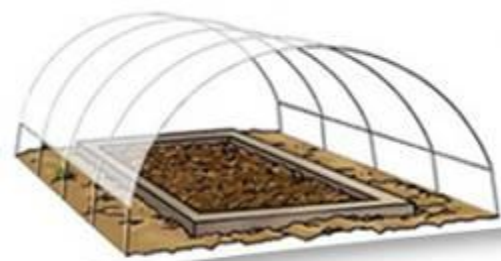
- Biodegradación de sustancias activas y de compuestos orgánicos (*metabolitos*), comparable con la biodegradación en el suelo
- Gestión autónoma: 100% de los residuos son depurados en la explotación (sin residuos industriales especiales)
- No requiere separador de hidrocarburos
- Gastos controlables
- Ahorro de energía (huella de carbono)
- Optimización de las buenas prácticas respecto a los productos fitosanitarios
- Aspecto práctico para los agricultores
- Relevancia educativa respecto la comprensión del uso del suelo / de la tierra como medio de degradación.



# Los inconvenientes de Phytobac®



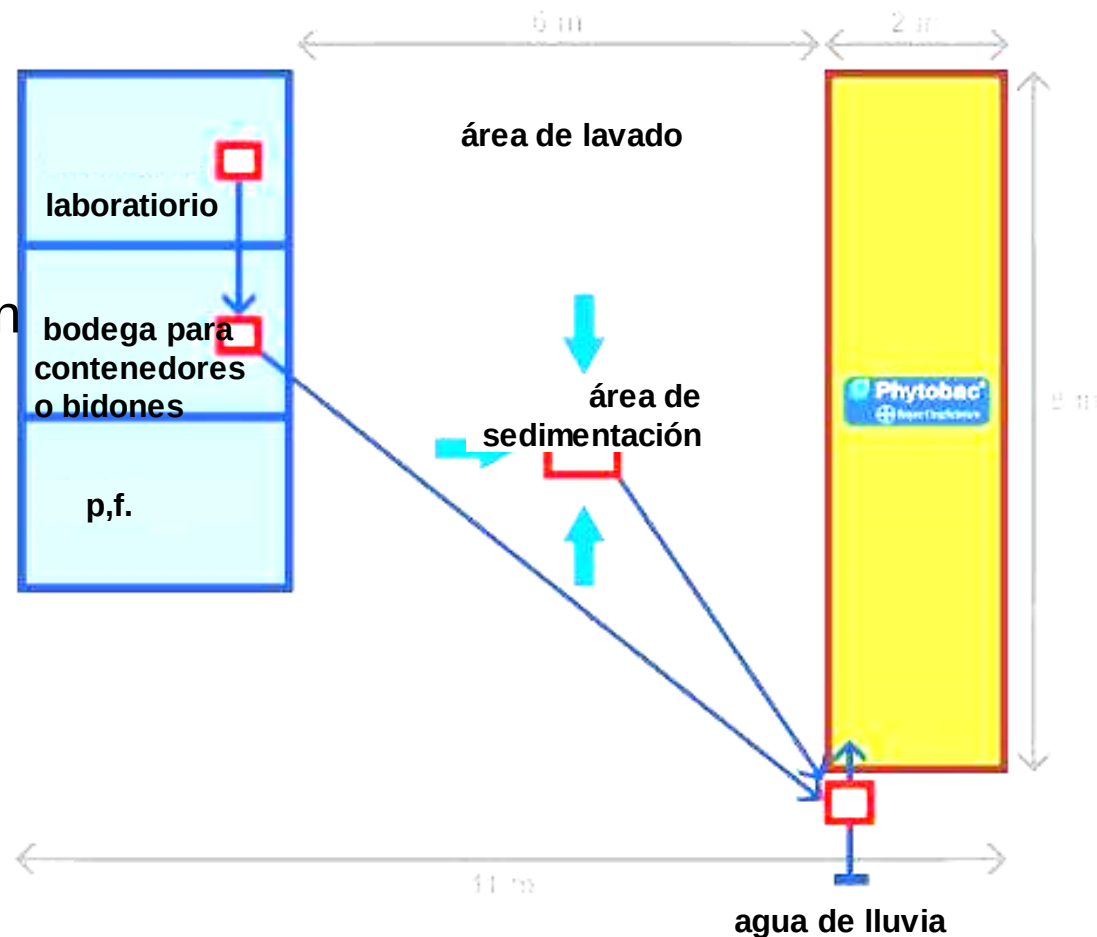
- Requiere mantenimiento, control de la humedad, descomposición del suelo, debe ser rellenado de forma periódica con el sustrato
- La degradación depende de la persistencia de las sustancias activas
- Requiere una evaluación rigurosa del volumen de efluentes
- Requiere inversión y espacio

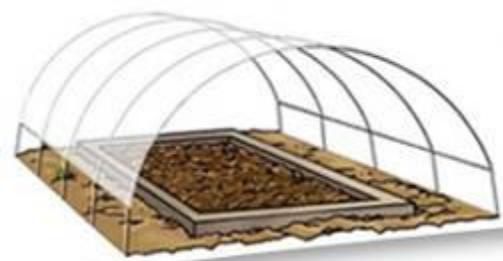


# Instalación de un área de lavado/llenado conectada a Phytobac®

## Acumulación y encauzamiento de los efluentes mediante la instalación de:

- sistemas de sedimentación
- sistemas de separación y control de flujo
- sistemas para la distribución de efluentes





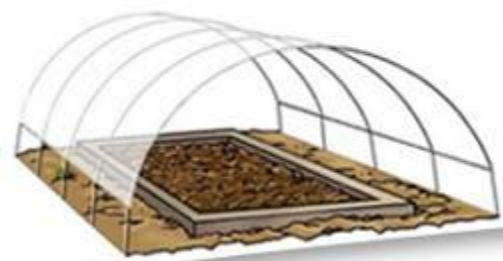
# Varias definiciones

## Efluentes

Aguas residuales del lavado de los equipos de pulverización (incluido el lavado interior y exterior de los pulverizadores)

## Residuos dentro del tanque

Después de la pulverización quedan restos de la mezcla del producto fitosanitario dentro del cárter del tanque. Debido a razones técnicas relativas al diseño del pulverizador, estos residuos no deben ser aplicados



# Gestión de efluentes de productos fitosanitarios

## 3 métodos aplicados:

Gestión integral en el campo, aplicando las buenas prácticas



Gestión de la explotación con medios específicos, p.ej. Phytobac<sup>®</sup>, lechos biológicos



Degradación de todo tipo de residuos derivados de las técnicas aplicadas, en una instalación especial para la gestión de materiales de desecho



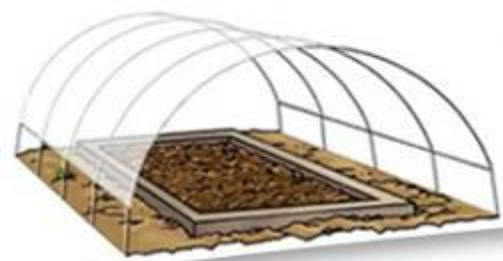




## ¿Porqué optar por un Phytobac<sup>®</sup>?

Todas las actividades (prácticas de buena gestión) para reducir la contaminación de fuentes puntuales, incluido el sistema Phytobac<sup>®</sup>, son necesarias para comercializar los productos fitosanitarios.

- El sistema Phytobac



## 2.1 Degradación de las sustancias activas en el sistema Phytobac®

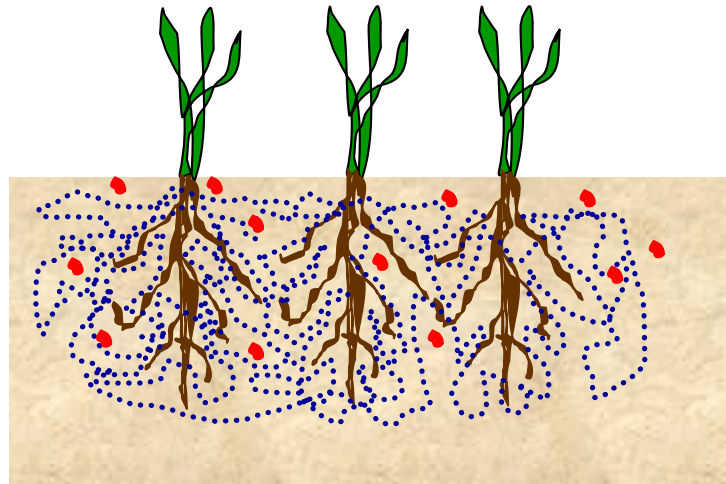
# El suelo es un medio vivo



El suelo es un medio poroso compuesto por **minerales** y **materia orgánica**, que contiene **aire** y **agua**.

1ª biomasa  
**las raíces de  
las plantas**  
1-10 t/ha

3ª biomasa  
**la fauna**  
0.1-0.5 t/ha



2ª biomasa  
**los micro-  
organismos**  
1-3 t/ha

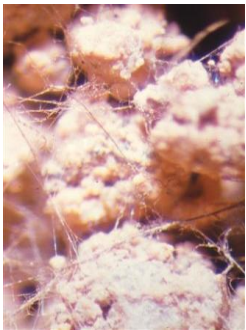
# Los micro-organismos / la microflora del suelo



- Micro-organismos: de 1 a 3 toneladas de materia orgánica seca/por ha
- Una cucharada de suelo = contiene más de un billón de micro-organismos vivos
- 85% de la mineralización de materias orgánicas
- Actividad esencial en la transformación de la materia orgánica y de los productos nitrogenados
- Gran diversidad: más de 1.000 cepas bacterianas/por g de suelo

## Hongos

- de 10.000 a 100.000/ por g de suelo
- aún más numerosos en suelo ácido
- de 50 a 250 m de micelio/ por g de suelo
- Simbiontes



*Hifas  
(Hyphae)*



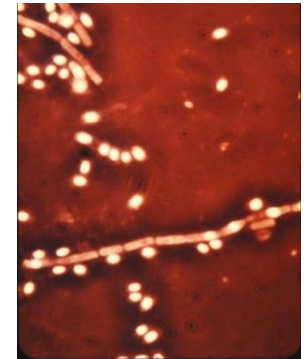
*Hongo  
ectomycorrizógeno*

## Bacterias

- de 10 millones a un billón/por g de suelo
- aún más numerosas en suelo neutro o alcalino
- Simbiontes



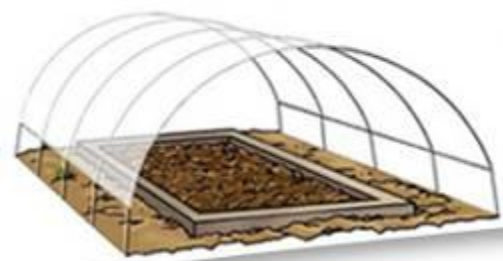
*Pseudomonas*



*Bacillus*

- Degradación de las sustancias activas



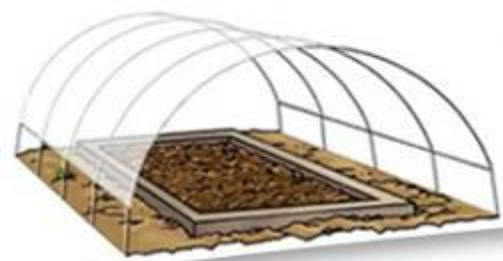


## ¿Qué ocurre en el interior de Phytobac® ?

Phytobac® posee la misma capacidad de disolución y de absorción que el suelo.

Por lo tanto, Phytobac® es un proceso natural que contribuye a la degradación de los efluentes agrícolas:

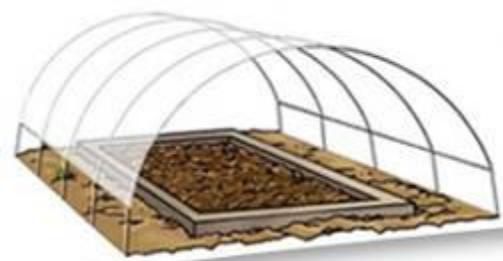
- Su funcionamiento es **optimizado y controlado**,,
- Además **previene el vertido accidental** de efluentes en el suelo y en las aguas subterráneas.



# ¿Qué ocurre en el interior de Phytobac® ?

**En el interior de Phytobac® actúan los mismos mecanismos de degradación que en el suelo, pero optimizados por:**

- **la adaptación de micro-organismos a la degradación de los productos fitosanitarios**
- el aporte de materia orgánica (sustancias nutritivas + energía)
- buena **aireación** y control de la **humedad**
- un mejor control de la **temperatura**
- un mejor control del valor **pH**

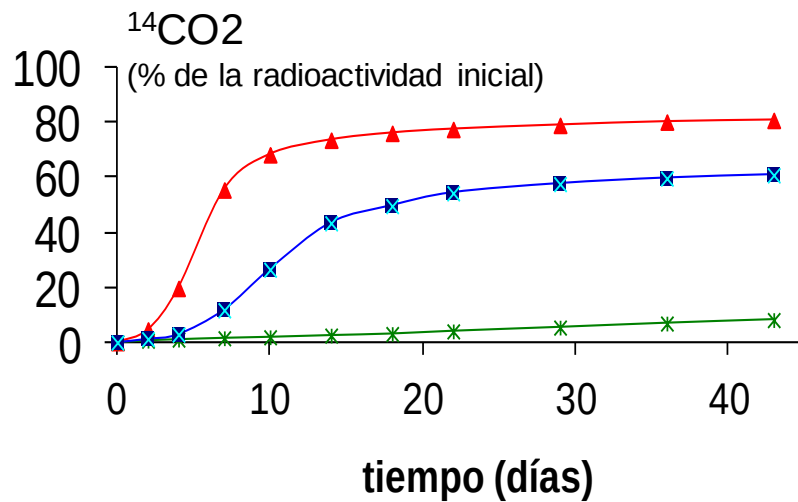


# La adaptación microbiológica

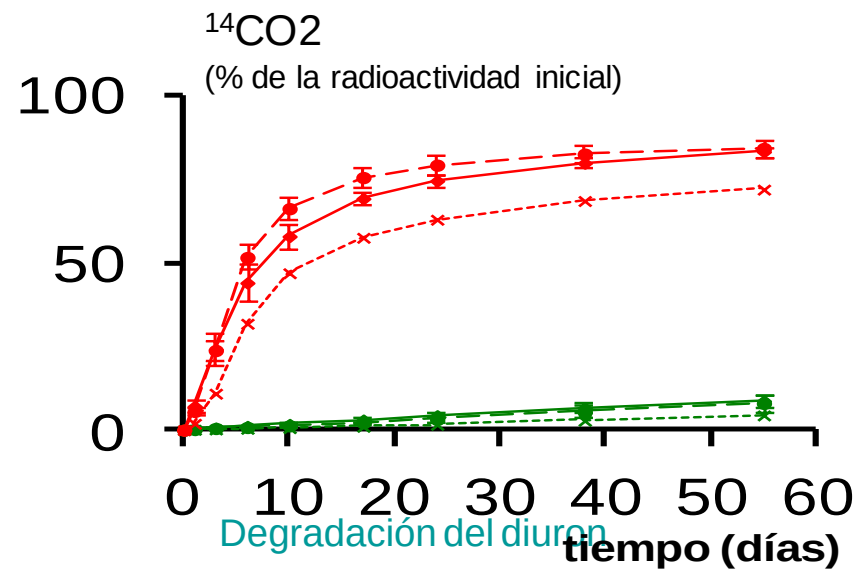
- Las **aplicaciones repetidas** con el mismo producto fitosanitario pueden causar una adaptación de la microflora del suelo a la degradación de dichos productos fitosanitarios (p.f.)
- De ello resulta una **degradación acelerada** de los productos fitosanitarios

verde = suelo que no ha sido jamás tratado

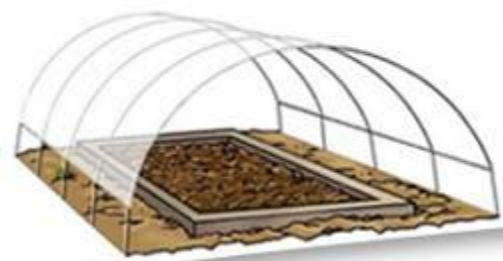
azul / rojo = suelo habitualmente tratado



Degradación de la Atrazina



Fuente: INRA

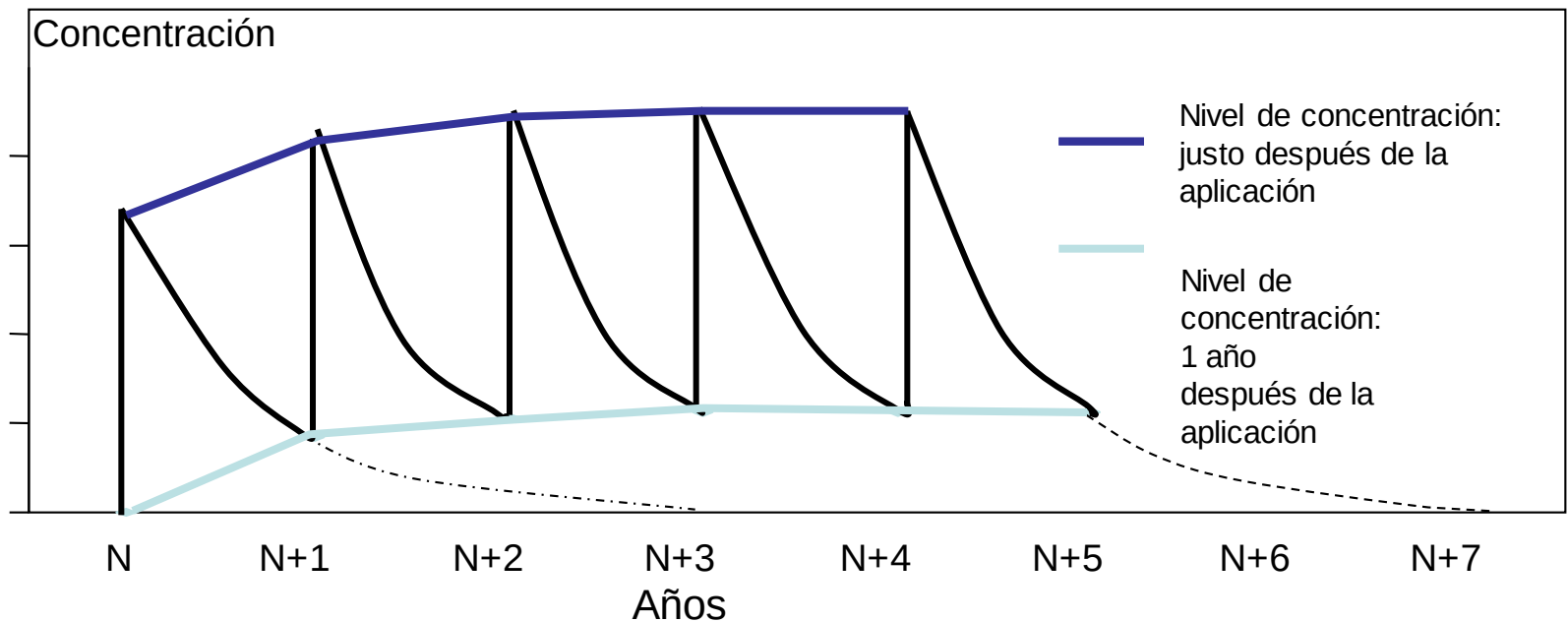


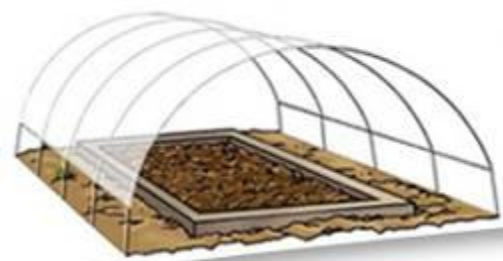
# Registro de productos fitosanitarios

## Ninguna acumulación en el suelo, durante años

### ● *Ejemplo para el uso de Imidacloprid*

Una aplicación anual de la dosis aprobada durante 5 años. El análisis del suelo durante varios años no muestra ninguna acumulación.



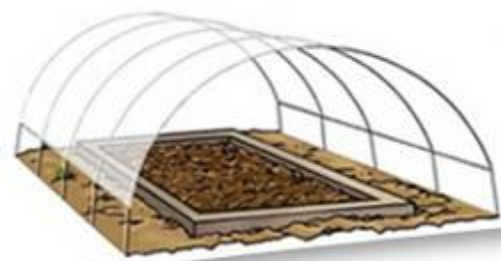


# ¿Qué ocurre en el interior de Phytobac®?

En el interior de Phytobac actúan los mismos mecanismos de degradación que en el suelo, pero optimizados por:

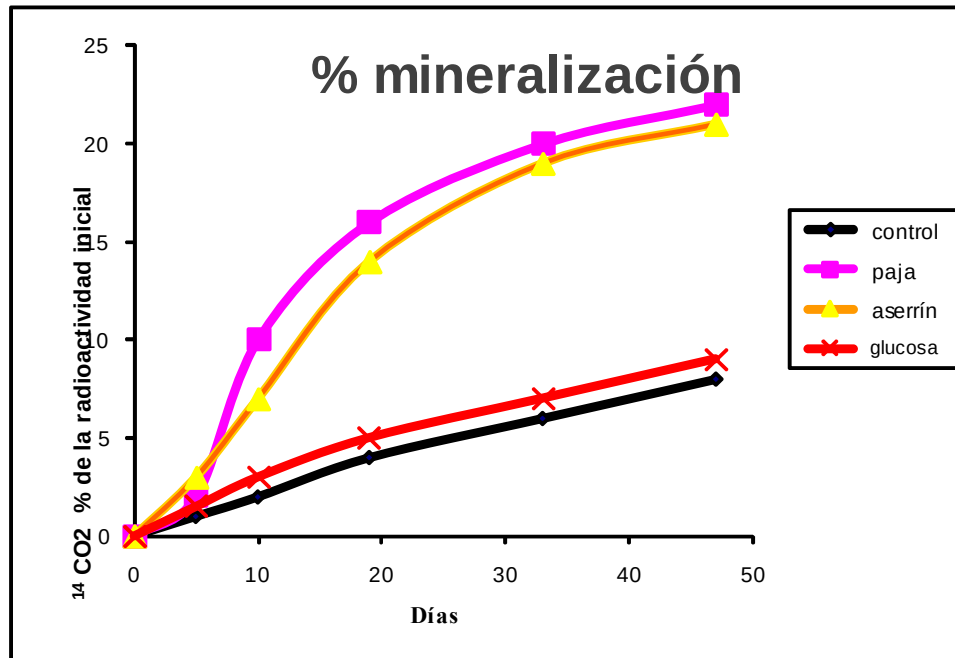
- la adaptación de micro-organismos a la degradación de los productos fitosanitarios
- **aporte de materia orgánica** (sustancias nutritivas + energía)
- una buena aireación y un mejor control de la humedad
- un mejor control de la temperatura
- un mejor control del valor pH





# Influencia de la materia orgánica

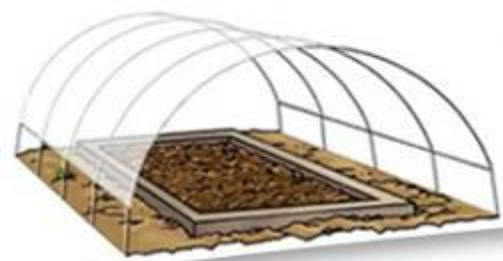
El aporte de materia orgánica (MO) en el suelo, generalmente tiene un efecto estimulante sobre la actividad microbiana.



**Degradación de la Atrazina en el suelo:**  
paja y aserrín estimulan la  
degradación, pero no la formación de  
glucosa

- La MO tiene un escaso **efecto sobre la degradación** de los p.f. mediante metabolismo (microbios capaces de usar p.f. para su crecimiento).
- El efecto estimulante depende del **tipo de MO**: los sustratos degradados de forma más lenta son más eficaces.
- La **MO puede retener** los productos fitosanitarios y por tanto reducir su bio-disponibilidad, ralentizando el proceso de degradación.

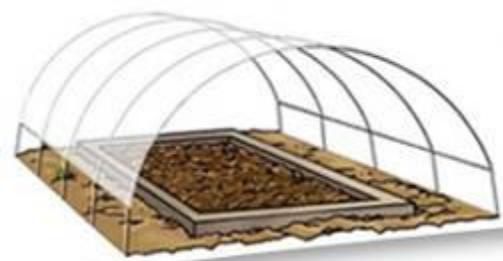
Fuente: INRA



# ¿Qué ocurre en el interior de Phytobac®?

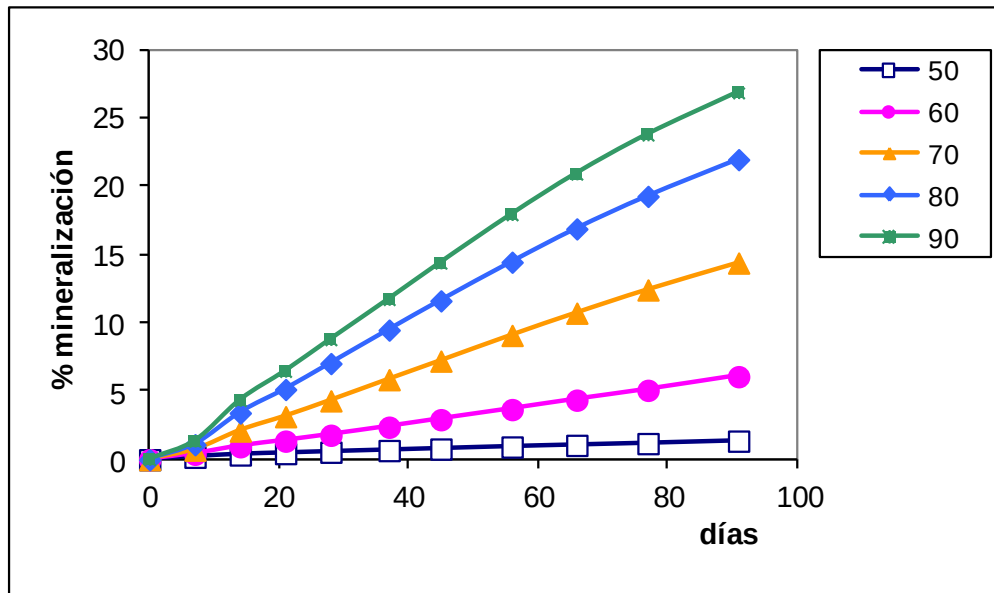
En el interior de Phytobac® actúan los mismos mecanismos de degradación que en el suelo, pero...**optimizados** por:

- la **adaptación de** micro-organismos a la degradación de los productos fitosanitarios
- el aporte de materia orgánica (sustancias nutritivas + energía)
- **una buena aireación** y un mejor **control de la humedad**
- un mejor control de la **temperatura**
- un mejor control del valor **pH**



# Influencia de la aireación/humedad

Por lo general, la actividad microbiana es óptima cuando el nivel de humedad es más próximo a la capacidad de retención del suelo, **pero se reduce con la saturación.**



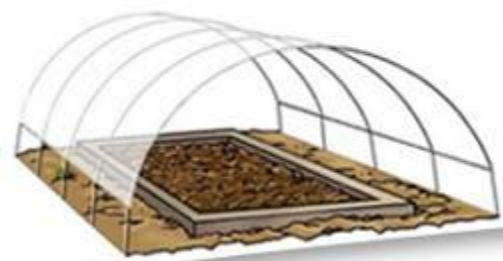
capacidad de retención %

Fuente: INRA

## Influencia de la humedad del suelo sobre la degradación de un herbicida

La gestión de la humedad en el interior de Phytobac® puede mejorar su eficacia y proporcionar resultados más eficientes.

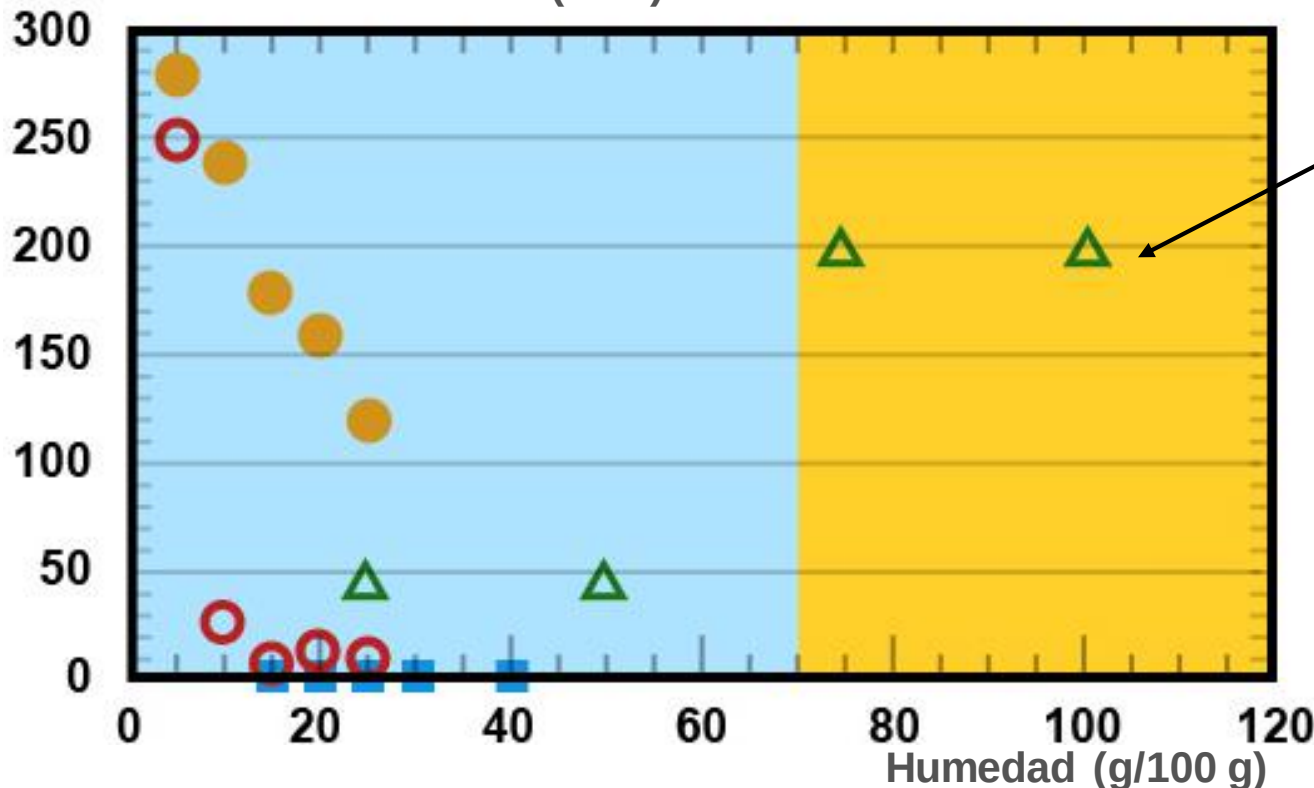
- Degradación de las sustancias activas / Control de la aireación y la humedad



# Influencia de la aireación/humedad

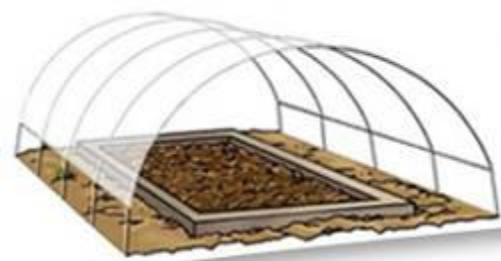
El nivel de degradación baja notablemente a partir de un  $\geq 75\%$ . (g de agua / 100 g de suelo seco)

Periodo de vida media (días)

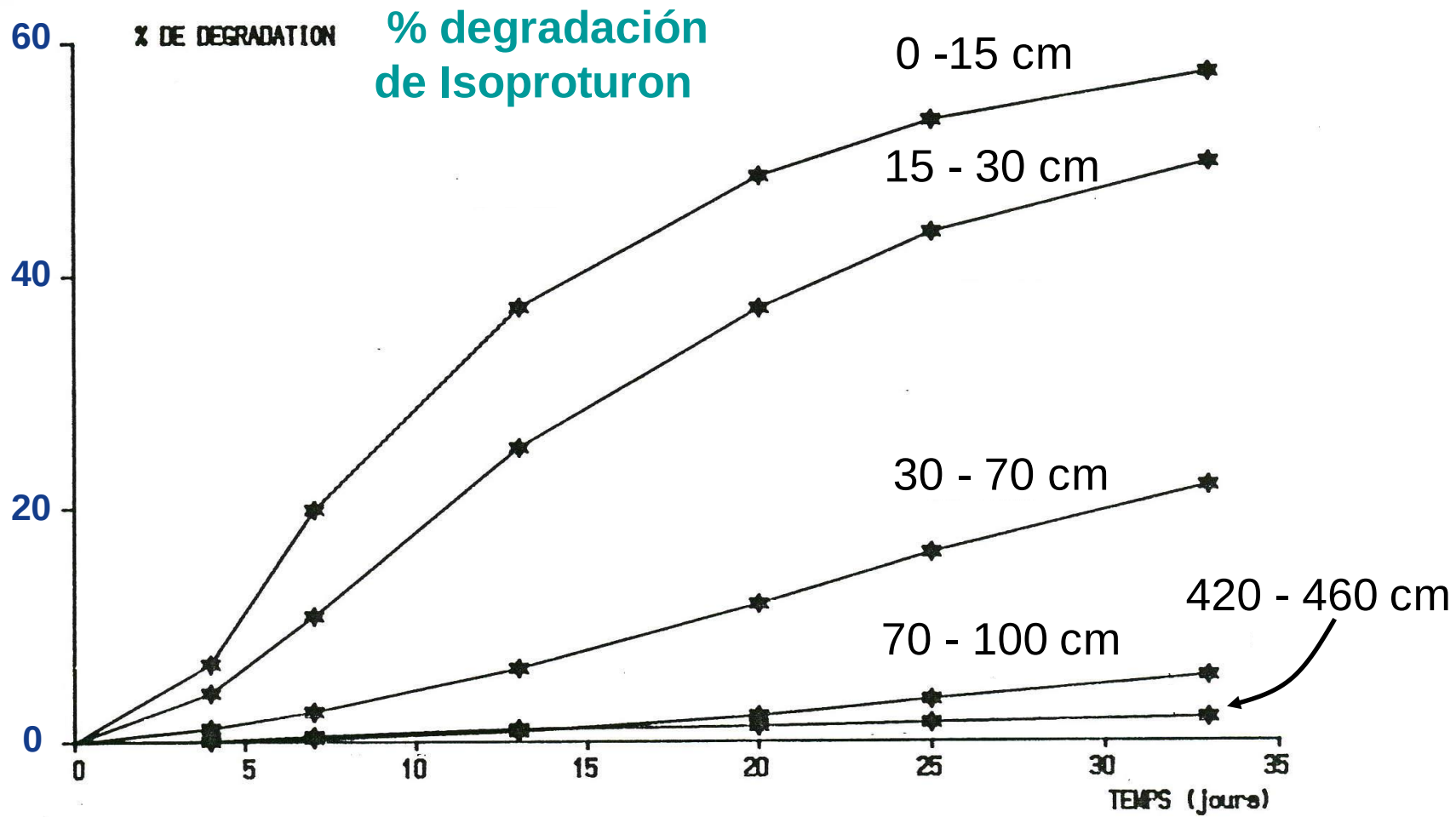


Bajo estas condiciones el sustrato está **saturado** y por tanto no proporciona suficiente aire para los microbios aerobios.

Fuente: estudio bibliográfico

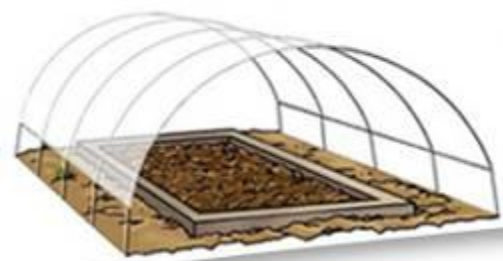


# La biodegradación de los productos fitosanitarios disminuye en función de la profundidad



Fuente: INRA





# ¿Qué ocurre en el interior de Phytobac®?

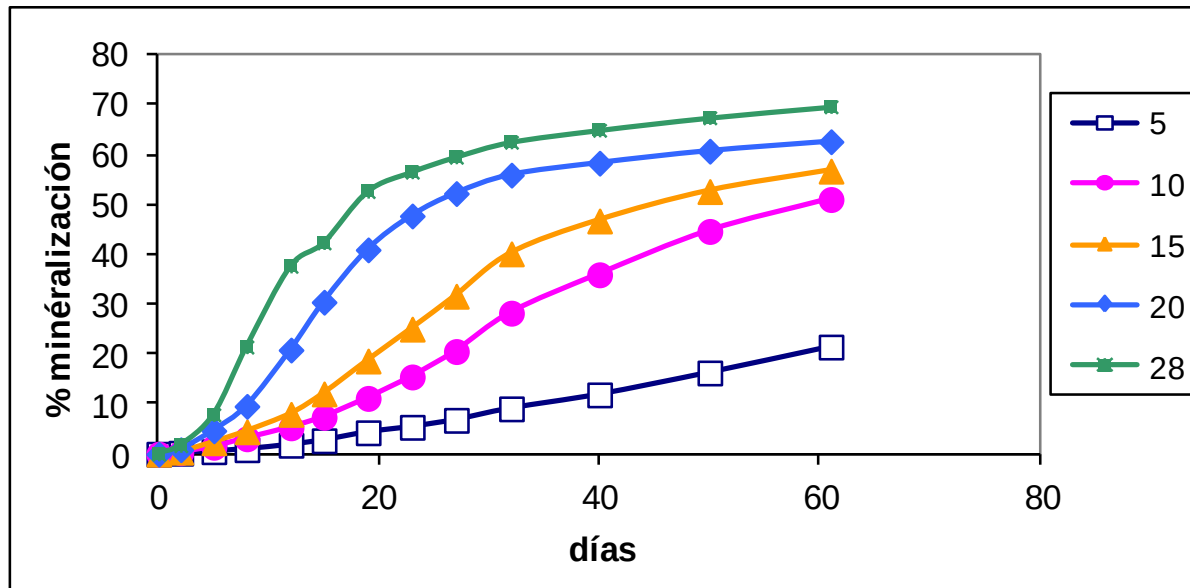
En el interior de Phytobac actúan los mismos mecanismos de degradación que en el suelo, **pero... optimizados** por:

- la **adaptación de** micro-organismos a la degradación de los productos fitosanitarios
- el aporte de materia orgánica (sustancias nutritivas + energía)
- una buena aireación y un mejor control de la humedad
- **un mejor control de la temperatura**
- un mejor control del valor **pH**

# La temperatura



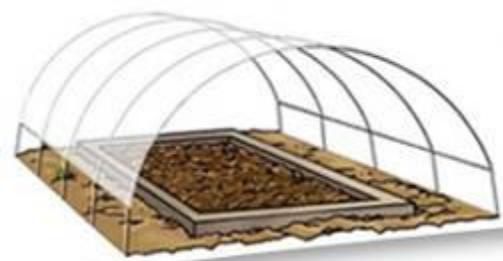
- A una temperatura entre 5 y 30° C, la actividad de los micro-organismos del suelo aumenta en función de la temperatura.
- Lo mismo es aplicable a la degradación de los productos fitosanitarios.
- En Francia, la temperatura media anual del suelo es de 10° a 15° C.



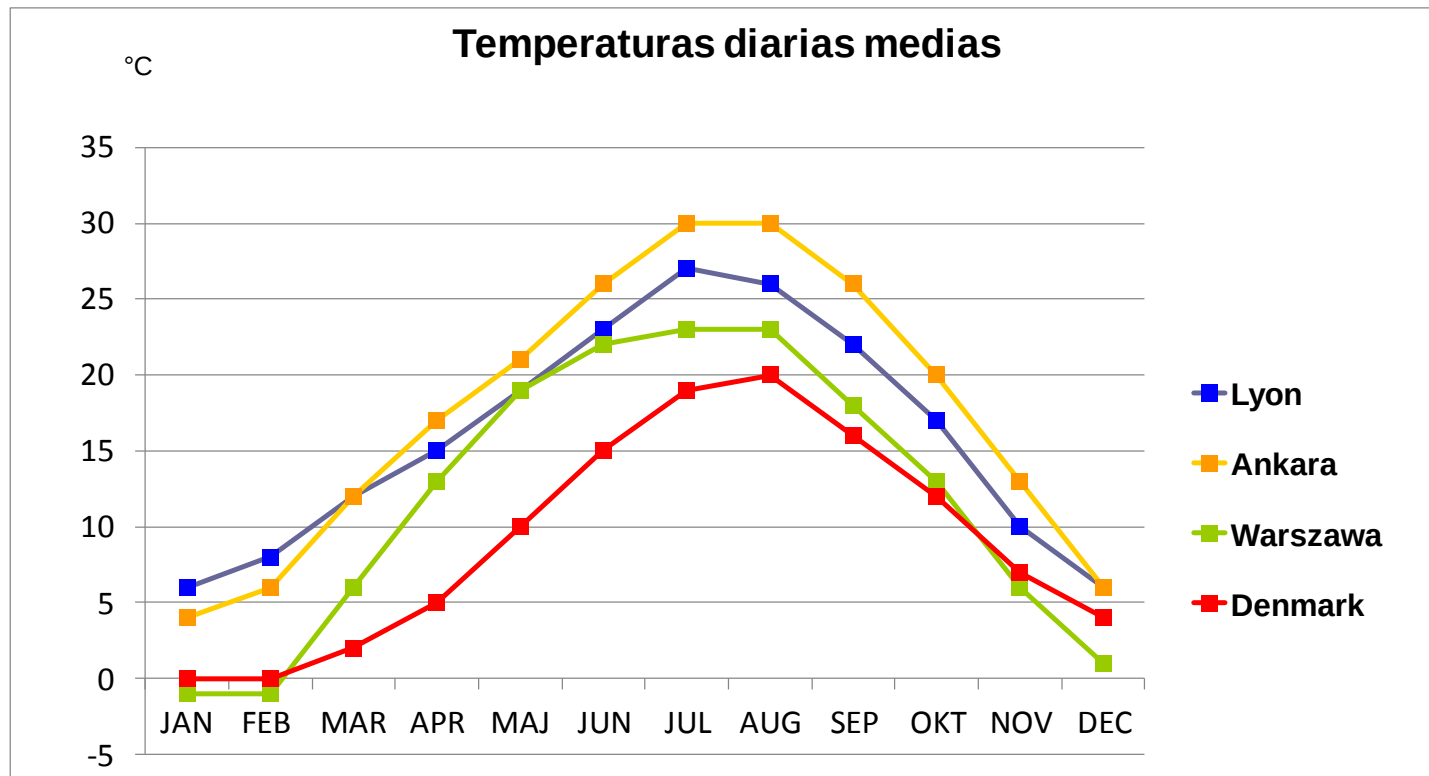
Reacciones cinéticas de degradación de un herbicida en función de la temperatura del suelo

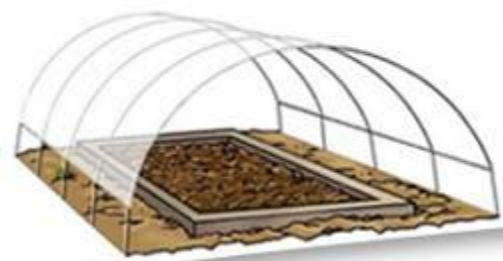
Temperatura  
(° C)

Fuente: INRA



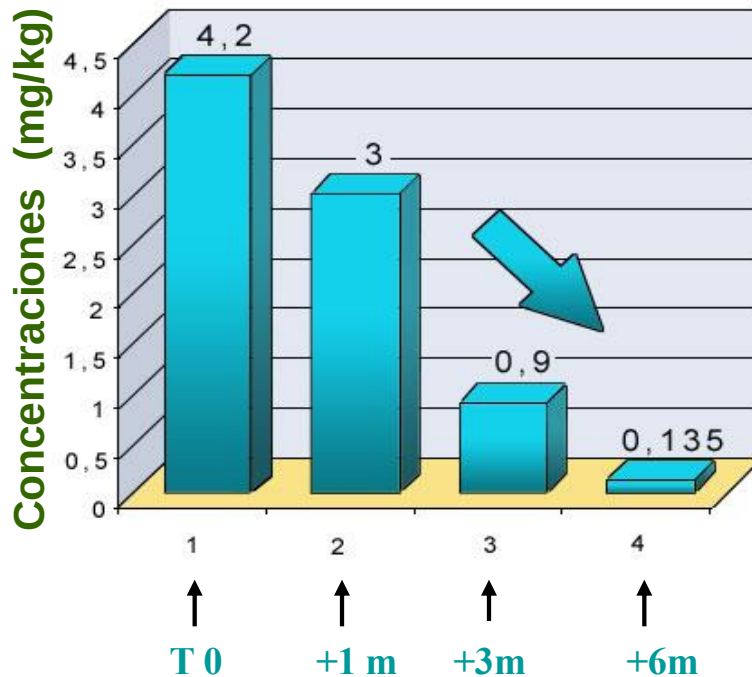
# Temperaturas medias por país



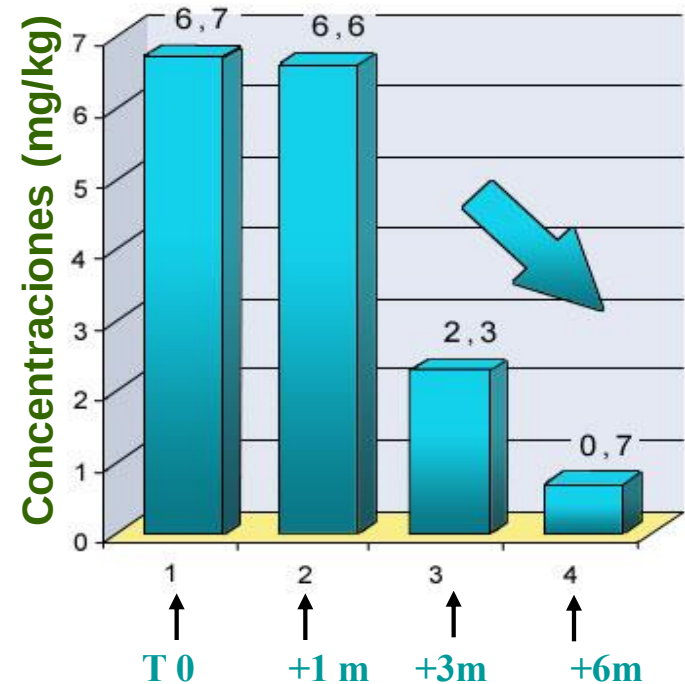


## Concentraciones de metabolitos de Isoxaflutol en el interior del sistema Phytobac®

### Una sustancia activa

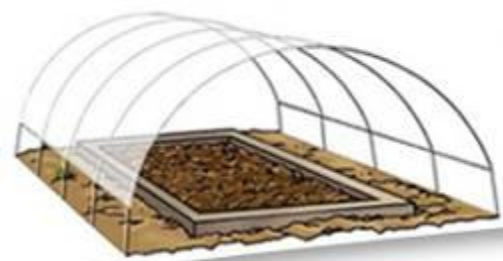


### Mezcla de sustancias activas



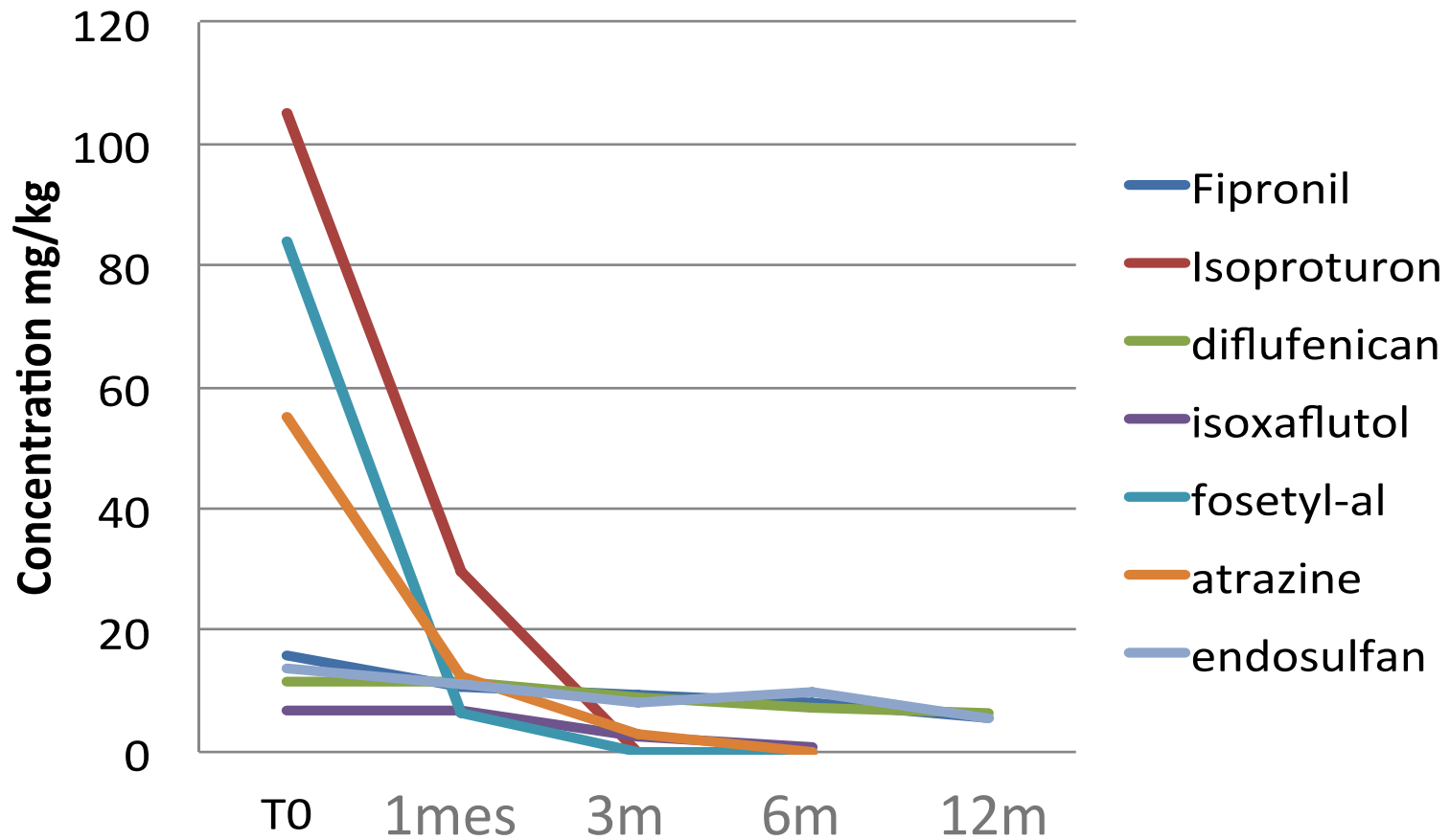
En T0 (tiempo 0) la concentración de la mezcla añadida era de 60 l /5m<sup>3</sup> de sustrato

Fuente: CRIT



# Pruebas de degradación Bayer CropScience

## Dégradation of 7 active substances in a Phytobac





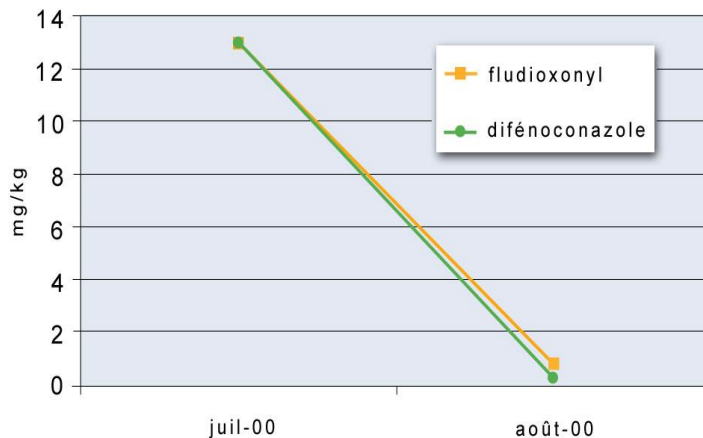
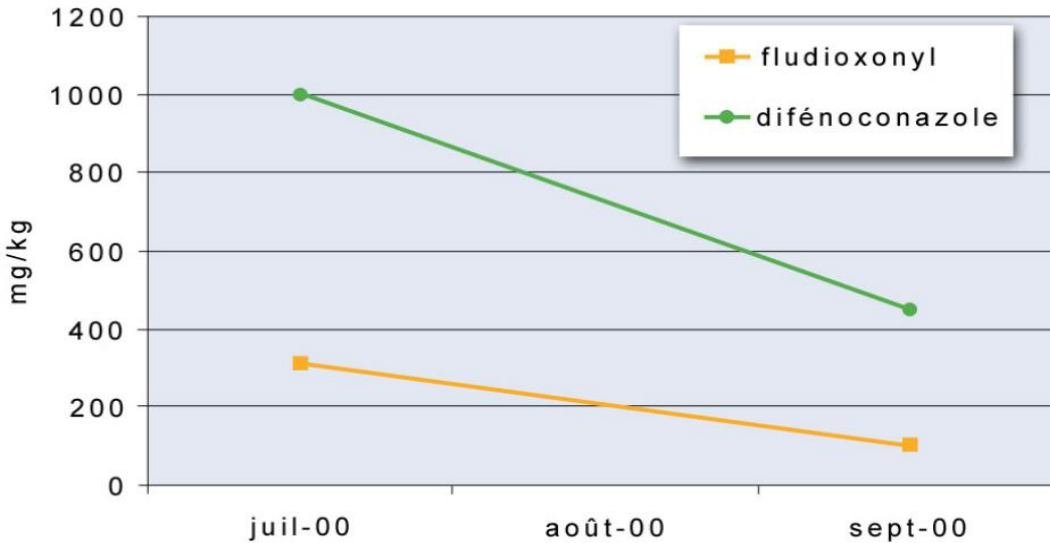
# Pruebas de degradación IFV \*



Escuela vitícola de Avize :

## Phytobac® utilizado sin dilución en la parcela

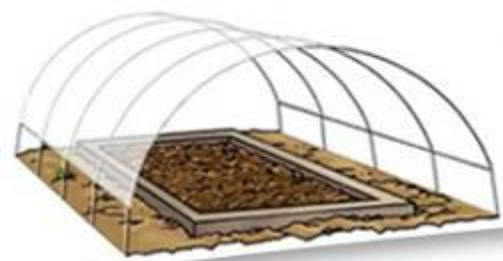
\* IFV= Instituto Francés de la Viña y el Vino



Phytobac® - Buenas prácticas agrícolas (dilución y aspersión de los residuos del tanque fuera de la parcela)

Fuente: IFV\*





# La eficiencia de Phytobac®

Resultados obtenidos durante proyectos piloto Phytobac®  
y en experimentos científicos realizados por INRA\* Dijon

\*INRA= Instituto Nacional de Investigación Agronómica, Dijon



- Degradación de las sustancias activas



# La eficiencia de Phytobac®:

| Sustancia activa<br>g/Phytobac® |      | Residuos<br>después de 2<br>años (en%) | g/Phytobac®          |      | Residuos<br>después de 2<br>años (en%) |
|---------------------------------|------|----------------------------------------|----------------------|------|----------------------------------------|
| Atracina                        | 2.0  | < LOQ                                  | Glifosato            | 16.4 | 0.14                                   |
| Carbetamida                     | 5.5  | < LOQ                                  | Isoproturon          | 10.0 | < LOQ                                  |
| Cloridazona                     | 21.5 | 0.02                                   | Isoxabeno            | 4.0  | < LOQ                                  |
| Cloropropamida                  | 2.1  | < LOQ                                  | Metsulfuron<br>metil | 0.2  | < LOQ                                  |
| Diuron                          | 16.2 | 0.01                                   | Mesosulfuron         | 0.15 | < LOQ                                  |
| Etofumesato                     | 5.0  | 0.52                                   | Phenmedipham         | 1.6  | < LOQ                                  |
| Glufosinato                     | 1.5  | < LOQ                                  | Terbutilacina        | 16.2 | 2.3                                    |

Contenedor de 200 L : 100 L de suelo y 100 L de paja (4.5 kg) – contenido total de sustancias activas = 102.35 g

Cantidad total de residuos después de 2 años en Phytobac® = 0.52 g, p.ej. <0,5% del valor inicial

< LOQ = inferior al límite de cuantificación

# La eficiencia de Phytobac®:

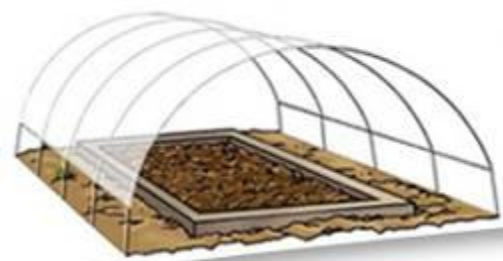


| Productos añadidos en g de sustancia activa/ kg de biomezcla | Diuron<br>10 días<br>% degradados | Diuron<br>55 días<br>% degradados | Glifosato<br>10 días<br>% degradados | Glifosato<br>55 días<br>% degradados |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Referencia (sin aditivo)                                     | 34                                | 76                                | 23                                   | 49                                   |
| Sulfato de cobre 0.16                                        | 40                                | 82                                | 23                                   | 49                                   |
| Sulfato de cobre 1.66                                        | 30                                | 78                                | 20                                   | 44                                   |
| Cuprosan 2.78<br>de ello 1.6 C.m.                            | 17                                | 64                                | 24                                   | 50                                   |
| Cóctel de fungicidas * 0.57                                  | 32                                | 72                                | 24                                   | 47                                   |
| Detergente All Clear 1.66                                    | 22                                | 72                                | 21                                   | 47                                   |
| Aceite de motor 16.6                                         | 26                                | 73                                | 23                                   | 51                                   |
| DNOC 1.66                                                    | 7                                 | 34                                | 23                                   | 50                                   |

Fuente: INRA

Biomezcla: suelo/vermiculita/turba: 50/25/25 por volumen

\* Iprodiona + Pyrimethanil + Cyprodinil + Fludioxonil + fenhexamida

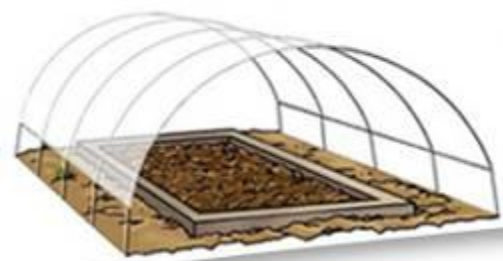


# La eficiencia de Phytobac®:

- Resultados obtenidos en proyectos piloto Phytobac® y en experimentos científicos realizados por:
  - Bayer CropScience
  - INRA (Instituto Nacional de Investigación Agronómica, Francia)
- **Alta capacidad de degradación**
- **La mezcla** de diferentes tipos de productos (fungicidas, insecticidas, herbicidas) no repercute nada, o sólo escasamente en la eficiencia de Phytobac®
- **Otros productos químicos**, sulfato de cobre, aceite de motor, detergentes, etc., **no afecta** el proceso de biodegradación de los productos fitosanitarios

**Phytobac® es por lo tanto un procedimiento eficaz y adaptable**





## 2.2 Dilución y lavado de los pulverizadores

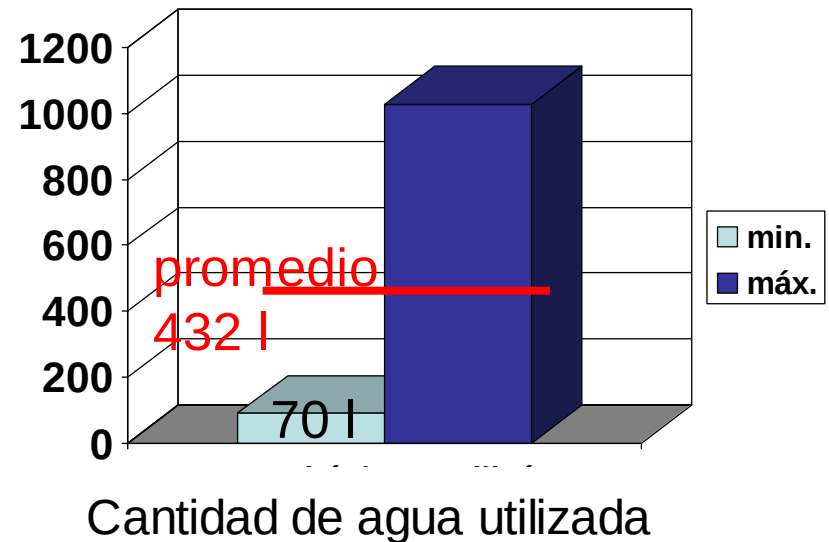
# Estudio sobre el lavado de los pulverizadores en la viticultura



El lavado de los pulverizadores después de la aplicación de los p.f. y las cantidades de agua utilizada pueden diferir notablemente:

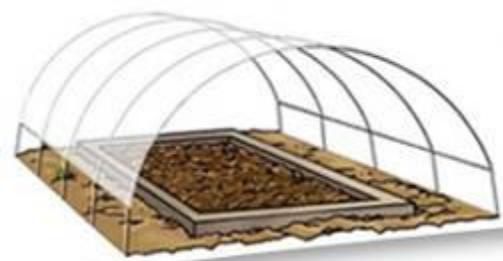
- **Cantidad de agua utilizada** →
- **Tiempo transcurrido**

Estudio realizado en 13 explotaciones



**de 25 a 70 minutos**

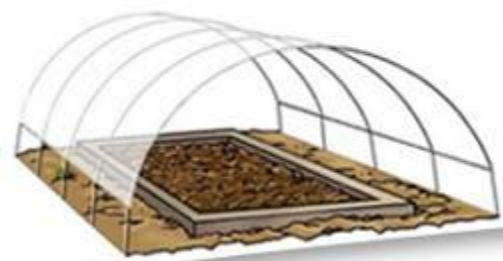
Fuente: Bayer



Después de que el **Phytobac**® ha sido instalado

El concepto **Phytobac**® forma parte de las buenas prácticas, y por tanto:

- se debe combinar con otras buenas prácticas, para lograr resultados óptimos
- debe ser adaptado a las necesidades y a las condiciones locales

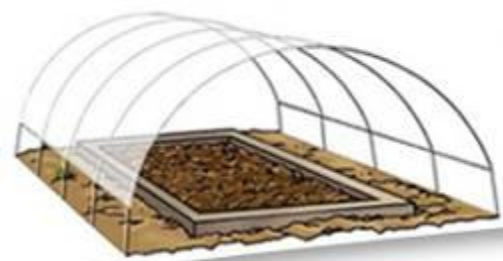


# Estudio sobre el lavado de los pulverizadores

## Posibles mejoras

**p.ej. reducción de las aguas residuales mediante la aplicación de buenas prácticas**

- reducir los residuos en el tanque
- esparcir los residuos del tanque diluidos sobre el suelo de la parcela
- instalar un sistema tipo pistola para limpiar el interior del tanque
- lavar con regularidad las boquillas y los filtros en un cubo
- utilizar detergente y un limpiador con agua a presión



## 2.3 Volumen de efluentes generados



# Volumen de efluentes generados



## ● **Lavado interior** (tanque y tubos + filtros)

- en cultivos industriales: 150 litros (1)
- en parcelas + cultivos de horticultura: 250 litros (1)
- en cultivos perennes: de 30 a 150 litros (2)

## ● **Lavado exterior**

- en cultivos industriales: 120 litros (1)
- en parcelas + cultivos de horticultura: 120 litros (1)
- en cultivos perennes: de 10 a 300 litros (2)

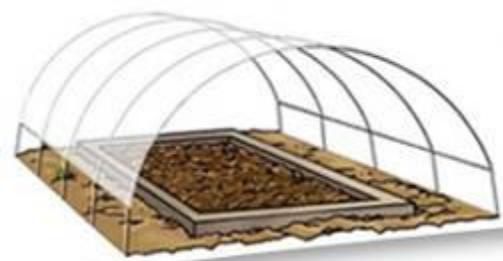
(1) Fuente: MSA (Seguridad Social de los Agricultores) Cámaras de Agricultura

(2) Fuente: ITV ECOPULVI



## ¡Recomendaciones!

- **La tasa de flujo de un limpiador con agua a presión es de aproximadamente 10 L por min. La cantidad de agua puede ser inferior a 100 L por pulverizador y por lavado/dilución**
- **No olvide adaptar el protocolo de dilución y de lavado al tipo de pulverizador utilizado y a las exigencias de la explotación agrícola**



# Referencias / Bibliografía:

- INRA: Jean-Claude Fournier, INRA de Dijon (Francia), INRA= Instituto Nacional de Investigación Agronómica
- CRIT: Industrial and technical Research Center of Bayer CropScience (Décines, France) / CRIT= Centro de investigación técnica e industrial Bayer CropScience (Décines, Francia)
- Estudio bibliográfico: Factores en el control de la biodegradación de productos químicos en los suelos. Sylvain Fass, Hervé Vaudrey, Thimoty M.Vogel y Jean-Claude Block
- IFV: Jean-Luc Demars, Instituto Francés de la Viña y el Vino



Science For A Better Life

# Muchas Gracias