

## ROTACIÓN DE CULTIVOS: INFORMACIÓN PRÁCTICA



Esta hoja divulgativa contiene información complementaria al video de Best4Soil sobre Rotación de Cultivos: Información práctica  
<https://best4soil.eu/videos/12/es>

### INTRODUCCIÓN

El rendimiento de un cultivo disminuye cuando es cultivado de forma reiterada en el mismo suelo durante mucho tiempo. Las causas más importantes son las enfermedades edáficas y los nematodos del suelo, que precisan de una planta hospedadora susceptible para poder sobrevivir y multiplicarse. El suelo se fatiga debido a que las raíces de un mismo cultivo siempre exploran las mismas capas del suelo y demandan la misma proporción de nutrientes, sin embargo, algunos patógenos como los nematodos consiguen sobrevivir y multiplicarse en la planta hospedadora. Aunque el manejo de plagas y enfermedades requiere de un manejo con acciones diversas, la base de un suelo saludable subyace en una buena rotación de cultivos: un orden planificado de cultivos específicos en el mismo terreno (fig. 1), con el fin de prevenir plagas y enfermedades del suelo, a la vez que se incrementa y mantiene la salud del mismo.

### ¿POR QUÉ ROTAR LOS CULTIVOS?

La rotación de cultivos es una de las estrategias más antiguas y efectivas para el control de las enfermedades y plagas del suelo. Sin embargo, el resultado final - un mayor beneficio económico - depende en gran medida de la elección, la frecuencia y el orden de los cultivos dentro del diseño, así como, de su ajuste a las condiciones locales, y de la integración de otras prácticas de manejo. Una buena rotación de cultivos preserva la salud del suelo a largo plazo, a la vez que mantiene baja la incidencia de las enfermedades y las plagas. Como resultado, el rendimiento de los cultivos será el adecuado. El mantenimiento de una buena fertilidad y estructura del suelo, son otras de las razones para realizar una buena rotación de cultivos.

Producir los cultivos adecuados en la cantidad necesaria para asegurar la rentabilidad de la explotación, y, a la vez, conseguir mantener la calidad del suelo a largo plazo, es un reto al que un productor debe enfrentarse cada año. Así mismo, otro reto a la hora de planificar la secuencia de cultivos hospedadores y no hospedadores, es el de prevenir plagas y enfermedades concretas sin llegar a favorecer otras nuevas.

En los siguientes párrafos aprenderá a hacerlo, con ejemplos de buenas rotaciones de cultivos.



Fig. 1: Esquema de una rotación de cultivos. Se deben alternar cultivos de distintas familias botánicas.

La Tabla 1 muestra la importancia de aplicar una buena rotación de cultivos con suficiente tiempo entre la primera y la segunda vez que el mismo cultivo se cultiva en el mismo terreno (frecuencia mínima aconsejada en años).

Tabla 1. Equilibrio entre la salud del suelo y los principales grupos de cultivos, su frecuencia mínima y las posibles consecuencias en el caso de ignorar el requerimiento mínimo (Una frecuencia mínima de 1:5 significa que un cultivo se cultiva en el mismo terreno una vez en 5 años).

FAMILIAS DE CULTIVOS	FRECUENCIA MÍNIMA MÍNIMA ACONSEJADA	RIESGO ELEVADO SI EL CULTIVO SE REALIZA MÁS VECES DE LA FRECUENCIA MÍNIMA ACONSEJADA
<i>Solanaceae</i> (e.g. patata, tomate)	1:5	Nematodos del quiste de la patata <i>Verticillium dahliae</i> <i>Sclerotinia</i> <i>Alternaria</i> <i>Phytophthora</i> (oosporas) <i>Rhizoctonia</i>
<i>Alliaceae</i> (e.g. cebolla, ajo)	1:6	Pudrición blanca ( <i>Sclerotium cepivorum</i> ) <i>Fusarium</i> <i>Ditylenchus dipsaci</i> Mosca de la cebolla ( <i>Delia antiqua</i> ) <i>Pratylenchus penetrans</i>
<i>Apiaceae</i> (e.g. zanahoria, perejil)	1:8	Enfermedades fúngicas del suelo (e.g. <i>Sclerotinia</i> ) Mosca de la zanahoria ( <i>Chamaepsila rosae</i> ) <i>Pratylenchus penetrans</i>
<i>Beta vulgaris</i> (e.g. remolacha azucarera, remolacha roja)	1:5	Nematodo del quiste de la remolacha ( <i>Heterodera</i> ) <i>Cercospora</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Verticillium</i>
<i>Hordeum vulgare</i> (cebada)	1:2	<i>Rhynchosporium secalis</i> Net blotch ( <i>Pyrenophora teres f. teres</i> ) <i>Heterodera avenae</i> <i>Meloidogyne naasi</i> Wheat balb fly ( <i>Delia coarctata</i> )
<i>Triticum</i> (e.g. trigo de invierno, trigo de verano)	1:2	<i>Gaeumannomyces graminis f. sp. tritici</i> <i>Meloidogyne naasi</i> <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> Wheat balb fly ( <i>Delia coarctata</i> ) <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i> Saddle gall midge ( <i>Haplodiplosis marginata</i> )
<i>Leguminosae</i> (e.g. guisantes, habas, habichuelas)	1:6	Enfermedades fúngicas del suelo (e.g. foot rot diseases, <i>Sclerotinia</i> ) <i>Pratylenchus penetrans</i> <i>Ditylenchus dipsaci</i>
<i>Cruciferae/ Brassicaceae</i> (e.g. colza, mostaza, coles)	1:4	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Verticillium dahliae</i> <i>Phoma lingam</i> <i>Plasmidiophora brassicae</i>
<i>Zea mays subsp. mays</i> (maíz)	1:3	Enfermedades fúngicas del suelo (e.g. <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> )

## PASOS PARA UNA BUENA ROTACIÓN DE CULTIVOS

El diseño de una rotación de cultivos está determinado por las condiciones locales, pero, como se explica en el vídeo de Best4Soil (<https://best4soil.eu/videos/12/es>), se deben considerar unas pautas que son genéricas. La planificación de la rotación se determina mediante decisiones sobre el manejo a escala de parcela y de finca, y sobre una base anual y plurianual. Normalmente, se realiza una rotación de cultivos en cada parcela basada en su historial biológico (por ejemplo, los niveles de infección por nematodos), y luego se ajusta a escala de la finca:

- a la cantidad de producto que se desea cosechar de cada cultivo en un año;
- para repartir el riesgo de forma equitativa (los ingresos dependen de los diferentes cultivos)
- para satisfacer la demanda del mercado .

Los pasos generales a seguir son:

- Determinar si existen problemas de nematodos. Considere la posibilidad de realizar un análisis de suelo para determinar los niveles de nematodos fitoparásitos.
- Considerar los hongos fitopatógenos pronosticados, ya que sólo algunos pueden ser analizados.
- Determinar los principales cultivos comerciales y las variedades. Algunas variedades de un mismo cultivo pueden ser menos susceptibles o incluso resistentes a ciertas plagas y enfermedades, mientras que otras incluso pueden multiplicar algunas especies de nematodos.
- Realizar un primer diseño considerando frecuencias mínimas (tabla 1) por encima de las aconsejadas. Incluya las rotaciones de los años anteriores.
- Utilice la herramienta en línea de Best4Soil (<https://www.best4soil.eu/database/es>) para ver qué nematodos y patógenos edáficos guardan relación con sus cultivos, y poder ajustar su esquema
  - Alternar una planta hospedadora con otra no hospedadora durante al menos un ciclo de cultivo. Poner un cultivo que es sensible a un nematodo concreto después de otro que no lo sea, reduce el riesgo de persistencia del nematodo en cuestión. Si su suelo presenta un nivel alto de un nematodo concreto, debe considerar cómo reducirlo. En el caso de algunos nematodos, podría recurrir a cultivos específicos que pueden eliminar a esa especie.
  - Tenga en cuenta que algunas especies vegetales pueden tener efecto preventivo frente a un

tipo de nematodo o enfermedad, pero al mismo tiempo pueden ser susceptibles a otros.

- Considere las características de los cultivos. Los cultivos con características específicas pueden beneficiarse unos de otros si se planifican correctamente. Como ejemplo, un cultivo de leguminosas con capacidad para fijar el nitrógeno en el suelo, puede beneficiar a un cultivo posterior con alta demanda de ese elemento.
- Integrar otras prácticas en el manejo para mantener y mejorar la salud del suelo, como la implantación de cubiertas vegetales.

Puede diseñar una buena rotación de cultivos considerando los riesgos de la tabla 1 y en función de las características de su región. Las tablas 2 y 3 muestran ejemplos de explotaciones en los Países Bajos y en España, en las que se puede apreciar cómo los factores locales influyen en la rotación, como es el caso de los factores económicos. En la tabla 2, por ejemplo, se decidió cultivar patata como cultivo principal con una frecuencia 1:4 en lugar del mínimo aconsejado de 1:5, por su, relativamente, alta rentabilidad, y debido a que se pronosticaba riesgo bajo en el resultado del análisis de nematodos. En la tabla 3 la rotación se basó principalmente en los requerimientos nutricionales.





Tabla 2. Ejemplo de una buena rotación de cultivos en una finca con suelo franco-limoso ligero en los Países Bajos, usando patata, zanahoria, remolacha azucarera, trigo de invierno y cebolla como principales cultivos comerciales (AV = abono verde). Un análisis de nematodos en el suelo indica que existe un alto riesgo por Trichodorus. La rotación variaría ligeramente en el caso de fincas con suelos más ligeros (arenosos) o más pesados (arcillosos).

PROPIEDADES DEL SUELO	PARCELA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
Arcilloso	A1	Patata	Remolacha azucarera	Trigo	Cebolla Zanahoria	Patata	Remolacha azucarera	Trigo	Cebolla Zanahoria
	A2			Trigo	AV Mostaza		Trigo	AV Rábano	AV Mostaza
Arcilloso	B1	Cebolla Zanahoria	AV Mostaza	Patata	Trigo	Cebolla Zanahoria	Patata	Remolacha azucarera	Trigo
	B2			Remolacha azucarera	AV pasto	AV Mostaza Zanahoria	Patata	Trigo	Trigo
Arenoso	C1	Trigo	AV Rábano	Trigo	Cebolla Zanahoria	Trigo	Zanahoria	Patata	Remolacha azucarera
	C2			Trigo	AV pasto	Trigo	Cebolla	Patata	Trigo
Arenoso	D1	Remolacha azucarera	Trigo	AV Rábano	Cebolla GM Mix	Remolacha azucarera	Trigo	Zanahoria	Patata
	D2			Trigo	Patata	Trigo	Trigo	Cebolla	AV Rábano



Best4Soil ha recibido financiación del Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea como Acción de Coordinación y Apoyo, bajo GA n° 8171696

Tabla 3. Ejemplo de una buena rotación de cultivos al aire libre en una finca con suelo arenoso del sur de España (Adaptado de Domínguez et al., 20021). En rojo = cultivos principales (altos requerimientos de nutrientes). En verde = cultivos secundarios (bajos requerimientos de nutrientes). En negro = Abono verde.

AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4	
Coliflor	Abono verde	Pimiento	Cebolla	Melón	Col	Tomate	Zanahoria
Maíz	Lechuga	Patata	Zanahoria	Abono verde	Abono verde	Berenjena	Cebolla
Cacahuete	Acelga	Maíz	Lechuga	Patata	Sandía	Lechuga	Judía Verde
Calabaza	Haba	Abono verde	Col	Pimiento	Cebolla	Maíz	Lechuga

### MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES MEDIANTE ROTACIÓN DE CULTIVOS

Los nematodos son una plaga importante que se puede manejar con una rotación de cultivos. Se trata de pequeños gusanos que viven en el agua (ya sea en ríos, mares, suelo o animales). Hay miles de nemátodos que viven en el suelo, pero afortunadamente no son todos dañinos. Que los nematodos se conviertan en un problema depende de:

- **Capacidad hospedadora:** Los nematodos necesitan plantas hospedadoras determinadas para sobrevivir y multiplicarse. La capacidad hospedadora de las plantas varía desde hospedador pobre a hospedador bueno.
- **Movilidad:** Los nematodos pueden introducirse y propagarse por el suelo, los cuerpos de agua, la maquinaria, el hombre o los animales que entran en la finca.
- **Persistencia:** Diferentes especies pueden ser desde muy sensibles a muy persistentes.
- **Daños:** Los nematodos dañan los cultivos alimentándose de ellos pero también pueden propagar enfermedades.

El manejo exitoso de plagas y enfermedades requiere información sobre:

- **Cuánto tiempo sobrevive un patógeno en el suelo**
- **Cómo puede sobrevivir el patógeno:** en qué cultivos y cómo sobreviven entre los cultivos susceptibles
- **Cómo se propaga o se puede introducir**
- **Qué otras especies de plantas pueden ser afectadas por la enfermedad o la plaga.**

Si reconoce los daños de las plagas y enfermedades (figura 2), tendrá una mejor posición de partida para:

- **Tomar muestras con la intención de comprobar si hay nematodos o patógenos**
- **Curar el lugar de la parcela en el que se observa el daño. Lo normal es que en la campaña en vigor sea demasiado tarde para resolver el problema, pero puede ser muy útil de cara a la siguiente campaña**



Figura 2. Daños en cultivos por plagas y enfermedades: a) *Fusarium* en cebolla (planta de cebolla mediana), b) *Verticillium* en fresa, c) *Rhizoctonia solani* en lechuga, d) *Sclerotium cepivorum* en cebolla

## PRÁCTICAS DE MANEJO DENTRO DE LA ROTACIÓN

También puede recurrir a la rotación de cultivos con otros fines, como por ejemplo, para mejorar la fertilidad del suelo. Si elige ciertos cultivos, especialmente abonos verdes y cubiertas vegetales, puede concentrar esfuerzos en los siguientes aspectos para mejorar la fertilidad del suelo:

- Uso de plantas perennes
- Cubiertas vegetales y abonos verdes
- Cultivos de raíces profundas que devuelven los nutrientes de capas más profundas del suelo
- Cobertura permanente del suelo para evitar lixiviados y erosión
- Leguminosas para fijar el nitrógeno
- Cultivos comerciales con beneficios adicionales (por ejemplo, trigo)

Un diseño de rotación también puede considerar el manejo de plantas arvenses. Por ejemplo, se puede evitar que las plantas arvenses germinen consiguiendo la cobertura del suelo entre los cultivos principales. Asimismo, en la rotación se deben considerar las especies de arvenses, ya que podrían ser plantas hospedadoras de nematodos.

## UNA BUENA ROTACIÓN: UNA COMBINACIÓN DE PRÁCTICAS, CONOCIMIENTO Y FLEXIBILIDAD

La planificación de una rotación de cultivos puede ser una tarea muy sencilla, pero planificar una buena rotación en la que se consiga un alto beneficio económico junto con el mantenimiento de un suelo sano es todo un reto. Sin embargo, la integración de las mejores prácticas, el conocimiento de la situación específica del lugar y el uso inteligente de algunas herramientas, como las bases de datos de Best4soil, constituyen una buena base para lograr una rotación de cultivos saludable que garantice suelos productivos a largo plazo.

