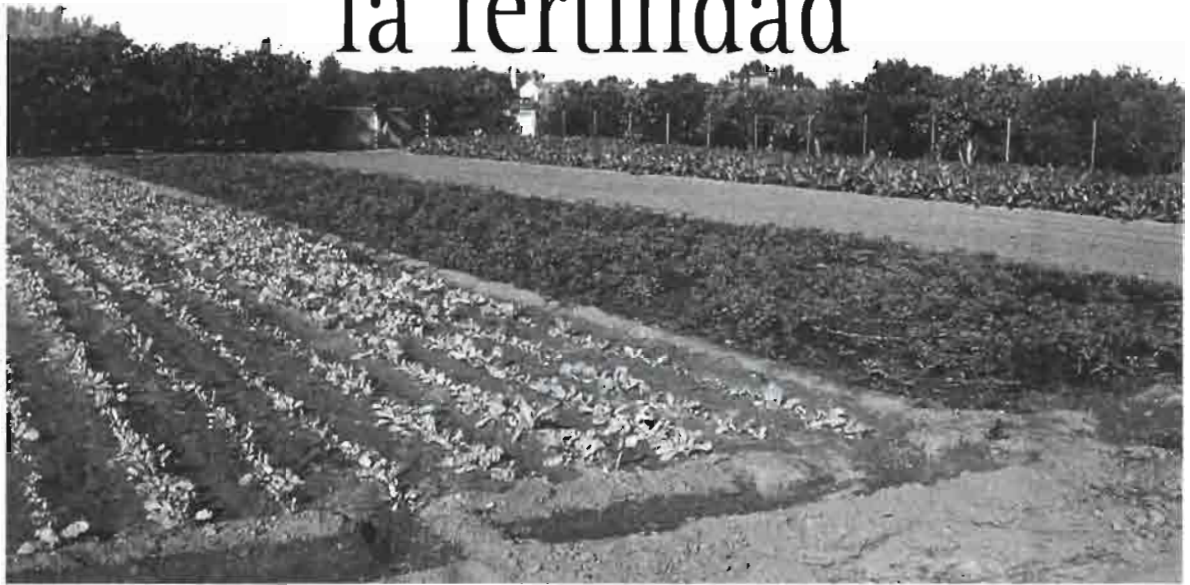


# Rotaciones para conservar la fertilidad



Alternativa de cuatro cultivos en una huerta ecológica valenciana

► ..... Textos y fotos: Josep Roselló

Las rotaciones de cultivos –su disposición a lo largo del tiempo en una parcela– eran la base de la agronomía tradicional. Ahora el agricultor ecológico sabe por qué. Con ellas aumenta la diversidad biológica presente y ayuda a lo que es fundamental en un sistema agrario para poder cultivar de forma perdurable: conservar una tierra fértil, una sanidad en los cultivos estable, control de adventicias, etc.

La llegada de la agricultura industrial, con sus biocidas y fertilizantes solubles de rápida asimilación, hizo aparentemente innecesarias las rotaciones, ya que las adversidades agronómicas que se regulaban con la sucesión de cultivos (mantenimiento de la fertilidad de la tierra, control de malas hierbas, plagas y enfermedades), se podían solucionar aplicando productos de síntesis. Pero como ya conocemos suficientemente, dichos productos tienen consecuencias inmediatas sobre la alimentación, la agricultura y el ambiente.

## Un poco de historia

El conocimiento de la necesidad de las rotaciones se remonta a los orígenes de la agricultura, cuando para mantener la fertilidad era necesario dejar descansar la tierra después de recoger la cosecha. La primera mejora se introdujo con el sistema “sideral”, que consiste en sembrar, después de la cosecha, un cultivo que mejora la tierra. El objetivo no era aprovecharlo directamente, sino segar e incorporarlo a la tierra para que se beneficie el cultivo siguiente. Así, en los valles del Eufrates-Tigris se sembraba centeno de invierno o mostaza que luego se gaban y enterraban antes de la espigazón del centeno o de la floración de la mostaza. Más adelante, en Egipto, estas especies fueron sustituidas por el trébol de Alejandría,

mientras que en zonas del Asia Central se las sustituyó por judías o guisantes.

Las rotaciones podían ser bianuales o trianuales –según la fertilidad de la tierra a cultivar–, con un periodo de descanso o barbecho. El barbecho bien gestionado permitiría mantener el contenido en humus del suelo, controlar las hierbas adventicias y, en zonas secas, almacenar agua para el cultivo siguiente.

La agronomía tradicional había llegado a un alto grado de perfección en el diseño de rotaciones de cultivo adaptadas a cada condición agronómica. Usaban adecuadamente gran diversidad de variedades locales incluyéndolas en el momento adecuado. Para descanso del suelo tenían los abonos verdes o los barbechos, según la pluviometría de cada zona. La rotación procuraba no sólo las cosechas principales, sino los cultivos secundarios y la alimentación del ganado. Era un sistema agrario equilibrado y perdurable.

La técnica agronómica de las rotaciones ha ido evolucionando al introducirse nuevos cultivos que se pueden rotar en función de sus propiedades y según los cultivos precedentes y siguientes. Junto a la rotación –disposición a lo largo del tiempo de los cultivos en una parcela– se han ido comprendiendo y rescatando otros dos conceptos de gran utilidad: la alternativa de cultivos, o la forma de distribuir los cultivos en el espacio en un momento dado,

y la asociación de cultivos, por la que dos o más cultivos coinciden en el mismo espacio y momento, beneficiándose mutuamente. El uso conjunto de estas técnicas es de gran utilidad para el agricultor ecológico. <sup>(11)</sup>

### Necesidad actual de las rotaciones de cultivos

Actualmente la agronomía y otros campos científicos reconocen que son importantes y necesarias para conservar los suelos, los recursos naturales, etc. para las generaciones venideras porque, al contrario que los monocultivos y los suelos desnudos, las rotaciones y las cubiertas permanentes contribuyen al incremento de la diversidad biológica, clave para mantener la fertilidad de una tierra de forma perdurable.

Estas propiedades protectoras son de gran interés para mantener la agricultura en la cuenca mediterránea en la que vivimos, un área muy vulnerable a la desertificación. Más del 50% de los suelos agrícolas de la cuenca mediterránea están afectados seriamente por la erosión, y el fenómeno se incrementa en Italia, Marruecos y España. El avance de la erosión parece irreversible en partes importantes de la Península Ibérica y una de las causas principales de esa erosión es el paso de las rotaciones al monocultivo. El monocultivo –la casi exclusividad de un cultivo y reiteradamente en el mismo lugar– deja a la tierra agotada, sin materia orgánica, y desprotegida, a merced de la erosión por el viento y el agua.

También desde el punto de vista sanitario se observa que, al desaparecer las rotaciones de cultivo, aumenta la incidencia de plagas y enfermedades. Al no poder controlarlas de forma natural con la alternativa de cultivos, en el monocultivo debe recurrirse a los pesticidas, que además están ligados al uso de fertilizantes químicos.

La ausencia de rotación de cultivos también se muestra relacionada con una de las patologías más frecuentes en los monocultivos intensivos actuales: la llamada fatiga del suelo, cuyos síntomas son el aumento de daños por plagas y enfermedades en las plantas –que presentan una mínima resistencia a las adversidades–, y el consiguiente descenso de la producción. La rotación de cultivos es un remedio contra la "fatiga del suelo" porque evita sus causas, al promover la actividad biológica presente y una fertilidad estable que impide la debilidad en los cultivos, favoreciendo su resistencia natural a las enfermedades y plagas.

### Cómo diseñar las rotaciones

El principio agronómico más importante de las rotaciones es que los cultivos se sucederán en la parcela en función de las propiedades que tiene cada uno, buscando que sea la contraria entre la especie precedente y la siguiente. La influencia –buena o mala– de un cultivo sobre el culti-

vo siguiente, se produce a través del estado en el que queda la tierra, afectando a partir de ahí a una serie de factores.

El primero a considerar es el efecto en la fertilidad y estructura del suelo. Por ejemplo, a una planta consumidora de nitrógeno debe sucederle otra que lo acumule; a una consumidora de humus otra que lo produzca; a las plantas que dejan la tierra compacta les sucederán aquellas que la dejan mullida, y las de raíces superficiales serán seguidas por las de raíces profundas.

Para describir el comportamiento de los principales grupos de cultivos, a grandes rasgos podemos decir que los cereales dejan una buena estructura en el suelo gracias a su sistema radicular, aunque queda bastante compactado y pobre en nitrógeno –del que son buenos consumidores–.

Las **crucíferas** aportan una gran masa vegetal, sus raíces profundas elevan los elementos minerales del subsuelo y esponjan la tierra, por tanto son cultivos mejorantes, aunque las variedades para consumo en fresco realizan grandes extracciones de nutrientes.

Las **leguminosas** fijan el nitrógeno atmosférico cuando están asociadas con bacterias adecuadas. Sus raíces mejoran la estructura del suelo y pueden cultivarse para grano, como forraje o como abono verde, aportando en este caso elementos minerales y activando la vida microbiana. Las mezclas de cereal-leguminosa para enterrar en verde suelen ser los mejores precedentes de los cultivos principales de la rotación.

Las **plantas de escarda** suelen ser los cultivos principales y los que reciben la mejor fertilización. El diseño de la rotación se hace pensando en ellas, son de alto rendimiento pero también muy exigentes en las condiciones del cultivo. Son grandes consumidoras de humus y nitrógeno, y sus raíces superficiales apenas mejoran el suelo.

Otro factor de gran importancia que es necesario considerar es el efecto sobre la **sanidad de los cultivos**. Si los

## Es necesario conocer la tierra que trabajas y los momentos adecuados de cada comarca

Cultivo de cacahuate, leguminosa muy interesante en la rotación, ha dado mucho juego en la huerta tradicional

⋮  
⋮  
⋮







El sorgo, como abono verde, hay que picarlo y airearlo antes de incorporarlo a la tierra

cultivos hospedadores de patógenos se alternan con otros no hospedadores, se puede reducir la transmisión de plagas y enfermedades, principalmente las de origen edáfico (del suelo). Los nemátodos de la patata y del tomate, los gusanos de alambre, la hernia de la col, el mal de pie del trigo y numerosos hongos del suelo son ejemplos de plagas y enfermedades que se pueden controlar eficazmente con una rotación bien diseñada.

Desde antiguo se conoce el precepto de que no se debe repetir igual cultivo en la misma parcela, siendo deseable que transcurra un espacio de tiempo variable en función

de la especie y de la problemática sanitaria sufrida, generalmente 3-4 años, a veces más, antes de volver a establecerlo. Incluso se extiende la prohibición a los cultivos de la misma familia botánica o del mismo tipo de vegetación, por entender que tienen necesidades nutritivas y problemáticas sanitarias semejantes.

### Cómo controlar las adventicias sin herbicidas

Otro efecto interesante de las rotaciones es el control de la flora adventicia. Al igual que establecer un cultivo inadecuado puede provocar la invasión de alguna adventicia, establecer cultivos que implican labores específicas limitará el desarrollo de éstas. En concreto hay cultivos –por ejemplo la cebolla–, que requieren numerosas escardas y dejan la tierra limpia, mientras que otros la dejan llena de hierbas acompañantes. Los abonos verdes dentro de la rotación asfixian a las otras hierbas con su poder para producir una gran biomasa. Para esto son muy interesantes leguminosas como la alfalfa.

Para controlar una hierba adventicia podemos incluso plantear la rotación con un cultivo limpiador, un abono verde o incluso establecer un cultivo de la misma familia

## Grupos de hortalizas a tener en cuenta en la rotación

Podemos establecer unos grupos de especies que no deben repetirse en el mismo lugar si queremos cumplir las exigencias de los dos factores hasta ahora considerados: mantener la fertilidad y no comprometer la sanidad. Luego hemos repartido las especies en tres cuadros que nos ayudarán a elegir las plantas, porque el nivel de exigencia es diferente.

El primero, porque es muy importante no repetir especies de la misma familia. Si ponemos un cultivo de la primera columna, en ese mismo lugar no deberemos poner a conti-

nuación una hortaliza de la misma columna. El segundo cuadro es por tipo de aprovechamiento (hojas, raíz, fruto), porque es conveniente que no tengan el mismo, después de asegurarnos de que no son de la misma familia.

En el tercer cuadro las hemos agrupado según la profundidad mayor o menor de las raíces. Siempre que sea posible, es mejor combinar hortalizas con sistemas radiculares (raíces) de diferente profundidad.

### 1. Hortalizas que no deben repetirse ordenadas por familias

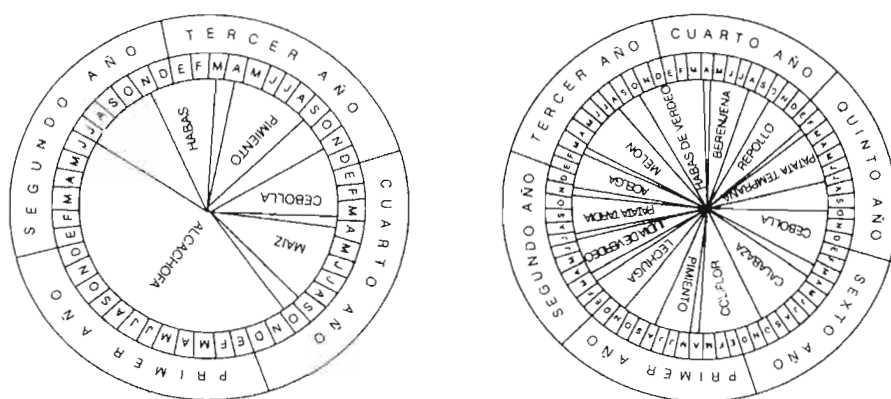
| COMPUESTAS | CRUCÍFERAS | CUCURBITÁCEAS | GRAMINEAS | LEGUMINOSAS | LILIÁCEAS | QUENOPODIÁCEAS | SOLANÁCEAS | UMBELÍFERAS |
|------------|------------|---------------|-----------|-------------|-----------|----------------|------------|-------------|
| AÇHICORIA  | COL        | CALABACÍN     | CEREALES  | CACAHUETE   | AJO       | ACELGA         | BERENJENA  | APIO        |
| ALDACHOFA  | NABO       | CALABAZA      |           | GARBANZO    | CEBOLLA   | ESPINACA       | BONIATO    | CHIRIVIA    |
| CARDO      | RÁBANO     | MELÓN         |           | GUISANTE    | ESPÁRRAGO | REMOLACHA      | PATATA     | HINOJO      |
| ESCAROLA   |            | PEPINO        |           | HABA/JUDIA  | PUERRO    |                | PIMIENTO   | ZANAHORIA   |
| GIRASOL    |            | SANDÍA        |           | LENTEJA     |           |                | TOMATE     | PEREJIL     |
| LECHUGA    |            |               |           | SOJA        |           |                |            |             |

### 2. Hortalizas que no deben repetirse, ordenadas según la parte aprovechable

| RAICES Y TUBERCULOS | FLOR, SEMILLA Y FRUTO |           | HOJAS     | BULBOS Y TALLOS |
|---------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|
| PATATA              | JUDIA                 | COLIFLOR  | SANDÍA    | LECHUGA         |
| ZANAHORIA           | GUISANTE              | FRESA     | MELÓN     | ESCAROLA        |
| REMOLACHA           | TOMATE                | CALABACÍN | ALDACHOFA | COL/BERRO       |
| RABANO              | HABA                  | PEPINO    |           | ACELGA          |
| NABO                | PIMIENTO              | CALABAZA  |           | ESPINACA        |
|                     | BERENJENA             |           |           | APIO/CARDO      |
|                     |                       |           |           | HINOJO          |
|                     |                       |           |           | COLINABO        |

### 3. Distribución de algunas hortalizas según la profundidad de sus raíces

| SUPERFICIALES (45-60 cm) |            |        | INTERMEDIAS (90-120 cm) |           | PROFUNDAS (>120 cm) |        |
|--------------------------|------------|--------|-------------------------|-----------|---------------------|--------|
| AJO                      | COLIFLOR   | PATATA | BERENJENA               | PEPINO    | ALDACHOFA           | SANDÍA |
| APIO                     | ENDIVIA    | PUERRO | GUISANTE                | REMOLACHA | BONIATO             | CARDO  |
| BROCOLI                  | LECHUGA    | RÁBANO | JUDIA                   | ZANAHORIA | CALABAZA            |        |
| CEBOLLA                  | MAIZ DULCE |        | MELÓN                   | HABA      | CHIRIVIA            | TOMATE |
| COL                      | ESPINACA   |        | NABO                    | PIMIENTO  | ESPÁRRAGO           |        |



Gráfica n°1: Diagramas circulares para representar rotaciones con distinto número de años. (Diehl, 1975)

que la hierba a controlar. Así, al tener las mismas exigencias pero ser más vigorosa, desplazará a la adventicia.

### Consideraciones prácticas

La necesidad de obtener un beneficio económico hace que a menudo no se respeten las rotaciones y que el cultivo más rentable se repita demasiado. Ciertamente hay que dar prioridad a los cultivos que aseguran una entrada de ingresos económicos, pero sin olvidar las necesidades del agrosistema local, ya que la pervivencia de esas tierras depende de ello.

A la hora de organizar la rotación nuestra preocupación debe ser tener siempre cubierto el suelo. Esto muchas veces no es posible, pero podemos considerar los abonos verdes o los cultivos de ciclo corto como remedio para conseguir este fin.

Es necesario conocer las características de nuestras tierras, más aún cuando se den diferencias importantes dentro de la finca. Este conocimiento determinará también los cultivos y, si es preciso, estableceremos grupos y les daremos tratamientos diferentes.

Es importante establecer una rotación adecuada y seguirla con las mínimas variaciones posibles. Aunque la rotación no es una cárcel y en ocasiones incluso tendremos que realizar modificaciones por causas climáticas, laborales o de mercado.

Una rotación bien diseñada es aquella que al acabar el ciclo de años para el que fue pensada, ya sean tres, cinco o más años, presenta una fertilidad de la tierra, un estado sanitario y, en general, un conjunto de parámetros agronómicos, en niveles mejores o iguales a los iniciales.

Nuestra experiencia práctica en las comarcas de regadío valenciano nos aconseja establecer, para cada año, primero el cultivo principal o de cabecera –normalmente en horticultura de regadío serán los cultivos de verano, principalmente solanáceas y cucurbitáceas, que son exigentes en materia orgánica, de hecho reciben la mayor aportación orgánica, y son de un manejo complejo–. Situado su inicio y el final sobre un diagrama circular, como la gráfica que se acompaña, podremos colocar el cultivo precedente adecuado y buscar el cultivo siguiente, de ciclo corto y que aproveche los restos de fertilización, o una

nueva plantación de otoño-invierno que nos lleve hasta la primavera, hasta el cultivo principal del siguiente año.

La introducción de un cultivo plurianual en la rotación, como por ejemplo espárragos, fresas o alcachofas, ocupa una gran parte de nuestro diseño. Son exigentes en labores y fertilidad, y tendremos que realizar una fuerte aportación de abono orgánico al levantar su cultivo, ya que suelen dejar el suelo agotado en nutrientes y con bastantes adventicias.

Es muy importante introducir en la rotación una leguminosa, y sería conveniente incluirla como abono verde que se entierra para mejorar la tierra al tiempo que la descansa y le ayuda a recuperarse de las extracciones continuas. Otra opción puede ser una leguminosa de grano, aunque sabemos que con ella la mejora de la tierra será mínima.

Otra consideración a tener en cuenta al establecer las rotaciones de cultivo son las necesidades de forraje para el ganado, la necesidad de humus o materia orgánica de origen vegetal y las plantas mejorantes para solucionar algún posible problema del suelo, controlar alguna adventicia, o superar alguna enfermedad causada por un cultivo que les sea contrario.

#### Ejemplo de rotación en la Huerta Valenciana

- ✓ Patata temprana-chufa-cebolla-alcachofa (3 años)-lechuga-coliflor.
- ✓ Coliflor-cebolla-chufa-patata-lechuga-alcachofa (3 años)-melones.
- ✓ Tomate-guisante-puerro-pimiento-col-calabacín.

No hay que olvidar la importancia del saber tradicional sobre las rotaciones. Una charla con un agricultor mayor en edad puede ayudarnos mucho a conocer las exigencias, momentos y métodos más adecuados en nuestra comarca para establecer las rotaciones y seguir los cultivos con óptimos resultados, a corto y largo plazo. ■

#### Notas

(1) El autor del artículo, agricultor ecológico y técnico de la Estación Experimental de Carcaixent (Valencia), ha publicado junto con Alfons Domínguez y Joan Aguado el libro *Diseño y manejo de la diversidad vegetal en agricultura ecológica*. SEAE-Phytoma 2002. Sobre las asociaciones de cultivos ver *La Fertilidad de la Tierra* n° 8, pp. 16-17, el artículo *La zanahoria es feliz con la cebolla*, de Carmen Bastida.