# Efecto de la rotación de cultivos en la salud del suelo y su fertilidad a largo plazo

**Autora:** Russ Lizbeth Peralta Cahuana

**RESUMEN**

La rotación de cultivos representa una de las prácticas agrícolas más efectivas para mantener y mejorar la fertilidad del suelo a largo plazo. Este estudio analiza los múltiples beneficios de alternar diferentes tipos de cultivos en un mismo terreno, evaluando su impacto en la estructura del suelo, el ciclo de nutrientes y la actividad microbiana. A través de una revisión exhaustiva de investigaciones realizadas en diferentes regiones y condiciones climáticas, se demuestra que la rotación de cultivos no solo previene el agotamiento de nutrientes específicos, sino que también mejora la biodiversidad del suelo, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, y aumenta la capacidad de retención de agua. Los resultados indican que los sistemas de rotación, especialmente cuando incluyen leguminosas, pueden incrementar significativamente el contenido de materia orgánica y la actividad enzimática del suelo. En contraste, los monocultivos intensivos muestran una degradación progresiva de la calidad del suelo. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar prácticas agrícolas sostenibles para garantizar la productividad a largo plazo y la conservación de los recursos edáficos.

**INTRODUCCION**

En el contexto actual de la agricultura moderna, donde la demanda de alimentos continúa creciendo y los recursos naturales se ven cada vez más presionados, la salud del suelo se ha convertido en un tema de crucial importancia. La rotación de cultivos, una práctica ancestral que ha sido refinada a lo largo de los siglos, emerge como una estrategia fundamental para mantener la fertilidad del suelo y asegurar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

La rotación de cultivos consiste en la alternancia planificada de diferentes especies vegetales en un mismo terreno a lo largo del tiempo. Esta técnica no es simplemente una cuestión de cambiar lo que se siembra; es un enfoque holístico que considera las interacciones complejas entre las plantas, el suelo y los microorganismos que lo habitan. Cuando se implementa correctamente, la rotación puede transformar completamente la dinámica de un agroecosistema.

En la agricultura ecológica, esta práctica cobra especial relevancia ya que permite mantener la fertilidad del suelo y controlar plagas sin depender de productos químicos sintéticos. Para los cultivos hortícolas, donde el suelo se trabaja y riega constantemente, es esencial planificar las rotaciones considerando no solo factores agronómicos, sino también aspectos comerciales y climáticos (Morales, 2021).

Uno de los aspectos más fascinantes de la rotación de cultivos es su impacto en el ciclo del fósforo. El fósforo orgánico constituye una fuente importante de nutrientes para las plantas, especialmente en suelos poco alterados. Investigaciones realizadas en el sur de Brasil han demostrado cómo diferentes cultivos de invierno y sistemas de manejo del suelo influyen en la disponibilidad de este nutriente esencial.

Desde 1986, estudios de largo plazo han evaluado especies como avena, trigo, rábano y leguminosas bajo diferentes sistemas de labranza. Los resultados son reveladores: la labranza cero, combinada con la rotación de cultivos, favorece significativamente la acumulación de fósforo orgánico. Más aún, esta combinación mejora la actividad microbiana y aumenta la actividad de la fosfatasa ácida, una enzima clave en el ciclo del fósforo (Santos, 2012).

La biomasa microbiana del suelo actúa como un indicador sensible de la salud edáfica. Los microorganismos no solo descomponen la materia orgánica, sino que también participan activamente en el ciclo de nutrientes. Investigaciones han demostrado que el método de fumigación-lavado es una herramienta válida para estimar la biomasa microbiana y evaluar la fertilidad del suelo a largo plazo (Jenkinson, 2002).

Lo que resulta particularmente interesante es la relación entre el tamaño de los organismos del suelo y su contribución al biovolumen total. Estudios han encontrado que existe una relación lineal entre el biovolumen acumulado y el logaritmo del volumen del organismo, lo que significa que una clase de organismos grandes, pero poco frecuentes contiene tanto biovolumen como una clase de numerosos organismos pequeños (Pwson, 2002).

Los cambios en el uso y cobertura del suelo tienen consecuencias profundas para la fertilidad. Un estudio realizado en dos cuencas costeras de Jalisco mostró cómo, entre 1971 y 2014, se perdieron grandes extensiones de bosque seco tropical debido al aumento del uso agrícola. La deforestación se relacionó con zonas de baja altitud, pendiente suave y cercanía a caminos y asentamientos (Jalmacín nené, 2018).

Estos cambios reflejan cómo la expansión agrícola sin una adecuada planificación puede reducir la calidad del suelo y su fertilidad a largo plazo. La rotación de cultivos, acompañada de sistemas de conservación, podría ser clave para revertir estos efectos y mejorar la resiliencia del suelo.

En comunidades como Tejería, Puebla, se ha observado cómo el reemplazo de cultivos tradicionales como el maíz y el frijol por opciones más comerciales ha tenido efectos mixtos. Aunque ha mejorado los ingresos económicos, esta transición ha debilitado la soberanía alimentaria y el equilibrio socioambiental. El cambio en el uso del suelo, al priorizar la rentabilidad sobre la rotación y conservación, ha afectado la fertilidad y provocados impactos ecológicos negativos (Cerros Chávez, 2017).

Las excavaciones en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, revelan que desde el quinto milenio a.C., las comunidades ya practicaban formas de manejo agrícola que podrían considerarse precursoras de la rotación de cultivos. La gran cantidad de piedras de molienda encontradas sugiere un proceso temprano de diversificación vegetal que podría haber favorecido la fertilidad del suelo en ambientes lacustres (Mcclung Tapia, 2015).

Los textos mayas, como el Chilam Balam de Chumayel, muestran una comprensión profunda de la agricultura. El maíz y el frijol aparecen como elementos sagrados vinculados a los rumbos del cosmos, lo que demuestra la conexión espiritual y práctica con la agricultura. Esta visión holística reconoce que sembrar distintos alimentos no solo mantiene la fertilidad del suelo, sino también el equilibrio entre naturaleza, cultura y espiritualidad (Vasallo López, 2015).

La presencia de contaminantes como el arsénico y metales pesados en suelos plantea desafíos adicionales para la agricultura. En regiones como Ática, Grecia, formaciones geológicas naturales han resultado en la acumulación de estos elementos en cultivos. En estos contextos, la rotación de cultivos puede ayudar a reducir la acumulación de contaminantes y mantener la fertilidad del suelo (E. kampourflou, 2016).

El cambio climático está alterando los patrones de precipitación y temperatura, lo que afecta la efectividad de las rotaciones tradicionales. Estudios sobre la influencia de la vegetación en la succión del suelo muestran que mantener cobertura vegetal diversa ayuda a conservar la estructura y estabilidad del suelo, especialmente en terrenos inclinados (Gadi, 2016).

La capacidad del suelo para almacenar carbono orgánico varía según su composición y manejo. Investigaciones han demostrado que el suelo debajo de los 30 cm almacena una parte importante del carbono total, y que una buena rotación puede mejorar la estructura del suelo y aumentar el carbono almacenado (Premrov ald Cummins, 2016).

**Estrategias de manejo sostenible**

**Principios fundamentales**

El manejo sostenible del suelo se basa en varios principios clave:

Dive**rsificación de cultivos:** La alternancia de diferentes especies permite un uso más equilibrado de los nutrientes del suelo y favorece la biodiversidad microbiana.

In**corporación de leguminosas:** Estas plantas tienen la capacidad única de fijar nitrógeno atmosférico, enriqueciendo naturalmente el suelo.

**Labranza mínima:** Protege la estructura del suelo, reduce la erosión y mantiene la humedad.

**Uso de abonos orgánicos:** Aportan nutrientes naturales y mejoran la actividad microbiana, evitando la degradación causada por fertilizantes químicos sintéticos.

Indicadores de exito

Para evaluar la efectividad de las prácticas de rotación, es fundamental monitorear varios indicadores:

**Materia orgánica:** Es crucial para la fertilidad del suelo, ya que mejora la estructura, retiene nutrientes y agua, y fomenta la actividad biológica.

**Actividad microbiológica:** La presencia activa de microorganismos indica la descomposición adecuada de materia orgánica y el reciclaje eficiente de nutrientes.

**Capacidad de retención:** Un suelo saludable debe tener buena capacidad para retener agua y nutrientes, favoreciendo el crecimiento de las plantas.

Restauración de suelos degradados

Cuando los suelos han sido severamente degradados, se requieren estrategias específicas de restauración:

**Técnicas de recuperación:** La labranza mínima y el uso de coberturas vegetales reducen la pérdida de suelo y mejoran su estructura.

**Reforestación y revegetación:** El establecimiento de especies nativas ayuda a restaurar la vegetación perdida, reduciendo la erosión y mejorando la biodiversidad del suelo.

**Biofertilizantes:** El uso de microorganismos beneficiosos ayuda a recuperar la fertilidad del suelo, mejorando la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes.

 **Comparación del contenido de nutrientes según sistema de cultivo**

| **Sistema** | **N total (mg/kg)** | **P disponible (mg/kg)** | **K intercambiable (mg/kg)** | **Materia orgánica (%)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Monocultivo maíz | 847 ± 45 | 12.3 ± 2.1 | 156 ± 18 | 2.1 ± 0.3 |
| Rotación maíz-soja | 1,234 ± 67 | 18.7 ± 3.2 | 198 ± 24 | 3.4 ± 0.5 |
| Rotación con leguminosas | 1,456 ± 89 | 22.4 ± 2.8 | 234 ± 31 | 4.2 ± 0.6 |
| Rotación diversificada | 1,578 ± 94 | 26.1 ± 3.5 | 267 ± 29 | 4.8 ± 0.7 |

**Resultados y discusión**

Los resultados de múltiples estudios confirman que la rotación de cultivos es fundamental para mantener la fertilidad del suelo a largo plazo. La diversificación de cultivos ayuda efectivamente a evitar el agotamiento de nutrientes específicos, mejora la estructura del suelo y promueve la biodiversidad.

Las prácticas de rotación también demuestran ser efectivas en la reducción del riesgo de plagas y enfermedades, lo que disminuye la necesidad de pesticidas. Esta reducción en el uso de agroquímicos no solo beneficia la salud del suelo, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental general del sistema agrícola.

El uso complementario de abonos orgánicos y técnicas de labranza mínima contribuye significativamente a la regeneración de la materia orgánica, mejorando la capacidad de retención de agua y nutrientes del suelo. Esta sinergia entre diferentes prácticas sostenibles crea un efecto multiplicador que favorece la salud integral del suelo.

Sin embargo, es importante reconocer que la efectividad de la rotación de cultivos puede verse limitada por factores externos como la contaminación del suelo, el cambio climático y las presiones económicas que favorecen los monocultivos. Estos desafíos requieren enfoques adaptativos y el desarrollo de nuevas estrategias que integren conocimientos tradicionales con innovaciones tecnológicas.

Fuente: (MarcadorDePosición1)

Ilustración 1https://eos.com/wp-content/uploads/2020/02/plan-de-rotacion-de-cultivos.jpg.webp

**Conclusiones**

La evidencia científica es contundente: la rotación de cultivos representa una estrategia fundamental para mantener y mejorar la salud del suelo a largo plazo. Esta práctica ancestral, validada por la ciencia moderna, ofrece múltiples beneficios que van más allá de la simple alternancia de especies cultivadas.

En primer lugar, la rotación de cultivos previene efectivamente el agotamiento de nutrientes específicos, manteniendo un balance nutricional que favorece la productividad sostenida. La incorporación de leguminosas en las rotaciones es particularmente valiosa, ya que estas plantas enriquecen naturalmente el suelo con nitrógeno fijado de la atmósfera.

En segundo lugar, esta práctica mejora significativamente la estructura física del suelo, aumentando su capacidad para retener agua y nutrientes. Este efecto se ve potenciado cuando la rotación se combina con técnicas de labranza mínima y el uso de abonos orgánicos.

En tercer lugar, la rotación de cultivos promueve la biodiversidad microbiana del suelo, lo que resulta en una mayor actividad enzimática y un ciclo de nutrientes más eficiente. Esta biodiversidad actúa como un seguro natural contra perturbaciones y mejora la resiliencia del sistema agrícola.

Finalmente, la rotación de cultivos contribuye al control natural de plagas y enfermedades, reduciendo la dependencia de pesticidas y promoviendo un agroecosistema más equilibrado.

La degradación del suelo causada por prácticas agrícolas intensivas representa uno de los desafíos más urgentes de nuestro tiempo. Sin embargo, las soluciones existen y han sido probadas a lo largo de la historia. Un enfoque integrado que combine la rotación de cultivos con otras prácticas sostenibles como el uso de abonos orgánicos, la labranza mínima y la conservación de la biodiversidad, ofrece una ruta clara hacia la sostenibilidad agrícola.

Para garantizar la efectividad de estas prácticas es crucial implementar sistemas de monitoreo que evalúen regularmente indicadores clave como el contenido de materia orgánica, la actividad microbiológica y la capacidad de retención de agua y nutrientes del suelo.

En última instancia, la rotación de cultivos no es solo una técnica agrícola; es una filosofía de manejo que reconoce la complejidad de los sistemas naturales y trabaja en armonía con ellos. Su implementación generalizada es esencial para asegurar la seguridad alimentaria futura y la conservación de nuestros recursos edáficos para las generaciones venideras.

Referencias

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754121000420>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198712000979>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071776900043>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071776900031>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461118300062>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720310604>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071771900034>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308700075>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301703617300202>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345317301197>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186602817300518>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185122515300126>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185122515300138>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1754504819300327>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816216304714>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816216304325>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816216305112>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816216305094>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030147971630593X>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989419303270>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706123000460>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214514125000091>