



El cierre de los ciclos de minerales
en las explotaciones agrícolas

Buenas prácticas
para reducir la pérdida
de nutrientes en la
región de **Murcia**
(España)

Contenido

- 3 ¿Por qué es importante la pérdida de nutrientes?
 - 4 Estructura agrícola de Murcia
 - 5 ¿Cómo afecta la pérdida de nutrientes a las explotaciones agrícolas?
 - 5 ¿Cuáles son las consecuencias y causas de la pérdida de nutrientes en la región de Murcia?
 - 6 ¿Qué se ha hecho para hacer frente a este problema en la región?
 - 7 Establecimiento de buenas prácticas específicas para la región
 - 8 Mejorar el procesamiento del estiércol: acidificación de los purines
 - 9 Mejorar la manera de cubrir el estiércol
 - 10 Mejorar el procesamiento del estiércol: separación de los purines
 - 11 Mejorar los planes de gestión de la fertilización en todos los emplazamientos agropecuarios
 - 12 Aumento del contenido de materia orgánica de los suelos
 - 13 Desarrollo de cultivos intercalados en los huertos: sistemas agroforestales
 - 14 Buenas prácticas adicionales para reducir la pérdida de nutrientes
 - 15 Otros enlaces pertinentes
 - 16 Referencias
-

¿Por qué es importante la pérdida de nutrientes?

El nitrógeno, el fósforo y el potasio son esenciales para la producción agrícola dado que aportan nutrientes a los cultivos y son la base de la productividad de los suelos. No obstante, si las plantas no absorben estos nutrientes, se corre el riesgo de que estos se pierdan por diferentes vías (por ej., lixiviación, escorrentías, emisiones, etc.), con los correspondientes costes innecesarios para las explotaciones agrícolas. Encontrar la cantidad exacta de nutrientes que precisan las plantas y optimizar el momento y modo de aplicación de dichos nutrientes puede dar lugar a un beneficio económico y a un efecto positivo para la salud humana y el medio ambiente, incluidas la salud y fertilidad de los suelos.

Este folleto se elaboró en el contexto del proyecto «Eficiencia de los recursos en la práctica. El cierre de los ciclos de minerales». Su objetivo es proporcionar información práctica a los agricultores sobre cómo se puede reducir al mínimo, o impedir de la mejor manera posible, la pérdida de nutrientes. En particular, en este folleto se abordan los efectos de la pérdida de nutrientes en España y se presta especial interés a la región de Murcia. En él también se ofrece información práctica para los agricultores sobre cómo puede maximizarse el uso eficiente de los recursos mediante las buenas prácticas en las explotaciones agrícolas.



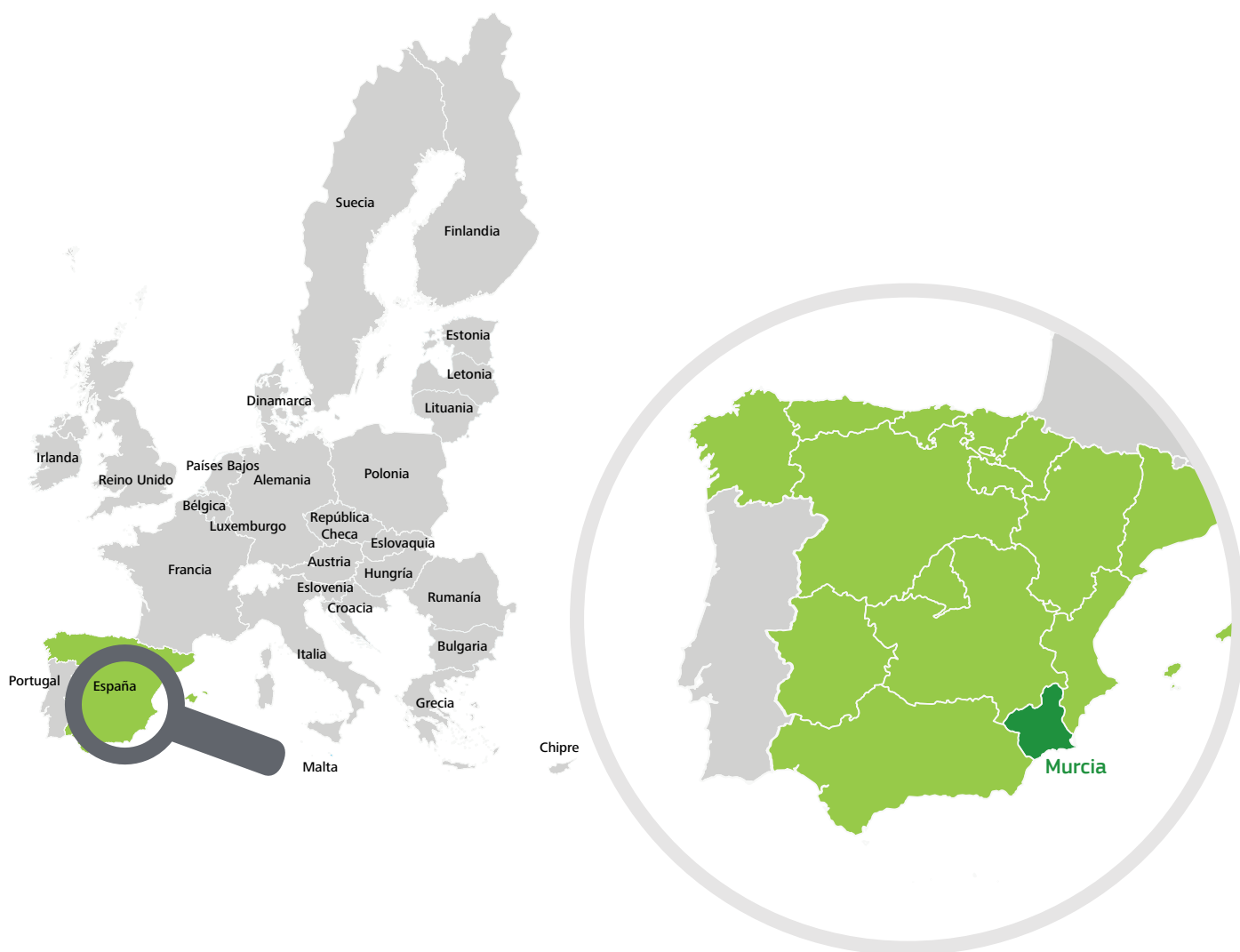
Medusa (*Cotilorhiza tuberculata*) atrapada en una malla en la zona de baño del Mar Menor

Estructura agrícola de Murcia

Murcia es la segunda región más importante en términos de horticultura en España: la mitad de la superficie de la región está dedicada a la producción agrícola. Se producen frutos cítricos, almendras, verduras, melones, fresas y flores, así como cereales (centeno y avena). En lo concerniente a la ganadería, la cría de porcinos es preponderante en Murcia (representa el 6,6% de la producción total de

España), seguida por los ovinos. Desde la década de 1980, Murcia ha alterado el cauce de los ríos para desviar agua hacia la región y así extraer agua para riego. Con este cambio, el uso de la tierra pasó de la producción de cultivos extensivos de secano a la de cultivos intensivos bajo riego. (1) Esta intensificación también ha incrementado el uso de plaguicidas y fertilizantes (orgánicos y minerales).

Figura 1 - Mapa de Europa (España en verde) y mapa de España (Murcia en verde oscuro)



¿Cómo afecta la pérdida de nutrientes a las explotaciones agrícolas?

Los nutrientes son recursos valiosos y vitales que pueden brindar alimento a las tierras de pastoreo y de cultivo. Por consiguiente, desde un punto de vista económico, tiene sentido que la aplicación de nutrientes se haga en función de las necesidades de las tierras de pastoreo y de cultivos, limitando de esta manera la pérdida de nutrientes en la mayor medida posible. A su vez, esto podría evitar costes adicionales (por ej., en combustible para los tractores, en más equipos y labores, etc.) en los que se incurre cuando se aplican nutrientes que superan las necesidades de los cultivos y las pasturas. Sin embargo, el exceso de fertilización también se debe a que las raíces de la horticultura son poco profundas. Como los nutrientes llegan fácilmente a profundidades inaccesibles para las raíces de las plantas, los agricultores aplican más fertilizantes con mayor frecuencia para suministrar los nutrientes suficientes a los cultivos. Además, la pérdida de nutrientes puede ocasionarles otros costes a los agricultores, como la compra de más fertilizantes minerales para suplir los nutrientes faltantes y alcanzar el nivel de necesidades de las plantas. Evitar los impactos que pueden surgir por la pérdida de nutrientes es beneficioso para las explotaciones agrícolas, puesto que se mantiene la salud y fertilidad de los suelos al igual que el rendimiento de los cultivos.

¿Cuáles son las consecuencias y causas de la pérdida de nutrientes en la región de Murcia?

Murcia se enfrenta a varias presiones ambientales de diferentes fuentes. Las cuencas de los ríos Albuñón y Segura, por ejemplo, tienen concentraciones de nitratos que exceden el valor de 50 mg/L, como resultado de las actividades industriales, urbanas y agrícolas. Debido a que en la región se almacenan purines porcinos a cielo abierto, se produce una tasa bastante elevada de emisiones de amoníaco, que dan lugar a la descarga de compuestos de nitrógeno adicionales en los suelos, bosques y masas de agua. La sobrecarga de fósforo también es resultado de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales urbanas lo cual afecta la composición de los masas de agua dulce, como el reservorio de Santomera, el río Albuñón, el río Segura y el Mar Menor. Los sistemas agrícolas intensivos, especialmente los que usan riego por gravedad y crean grandes flujos de agua durante intervalos largos, aumentan el riesgo de pérdidas de nutrientes hacia los ríos y lagos de Murcia. Además, a pesar del clima generalmente semiárido, las elevadas precipitaciones de otoño pueden causar lixiviación de nutrientes. Un factor que contribuye a la pérdida de nutrientes y al poco almacenamiento de agua en los suelos en Murcia es el bajo contenido de materia orgánica en los suelos. La sobrecarga de nutrientes en la laguna del Mar Menor ha aumentado severamente la población de medusas durante el verano, lo cual afecta de forma directa la biodiversidad y el turismo de la región. Por otra parte, la industria pesquera local se ha visto afectada negativamente por el impacto en áreas de alimentación de varias especies de peces con valor comercial.



Riego por goteo para disminuir el uso de agua y la pérdida de nutrientes, aquí para la producción de melón

¿Qué se ha hecho para hacer frente a este problema en la región?

La zona del Mar Menor y las tierras agrícolas bajo riego en medio del valle de Segura y de Guadalentín se han declarado zonas vulnerables a los nitratos, cubiertas por las medidas de obligado cumplimiento de la Directiva relativa a los nitratos, como la de limitar la aplicación de nitrógeno procedente de estiércol ganadero a un máximo de 170 kg por hectárea por año. En Murcia, se elaboró un proyecto de cooperación entre la Conserjería de Agricultura y Agua, la Universidad Politécnica de Cartagena y la cooperativa agrícola FECOAM para brindar asistencia a los agricultores en la utilización sostenible de estiércol porcino como fertilizante orgánico y ayudarles a reducir el excedente de nutrientes causado por los purines porcinos. Además, hasta 2013 se había instalado riego por goteo para hacer frente al clima seco en 83% de las zonas bajo riego de la región. (2) El Programa de Desarrollo Rural de Murcia, en el marco de la Política Agraria Común de la UE, también ha reconocido la importancia de impedir la erosión del suelo y los beneficios de medidas como las franjas de protección para combatir la pérdida de nutrientes al financiar dichas franjas.



Cochinillos en un criadero moderno de cerdos

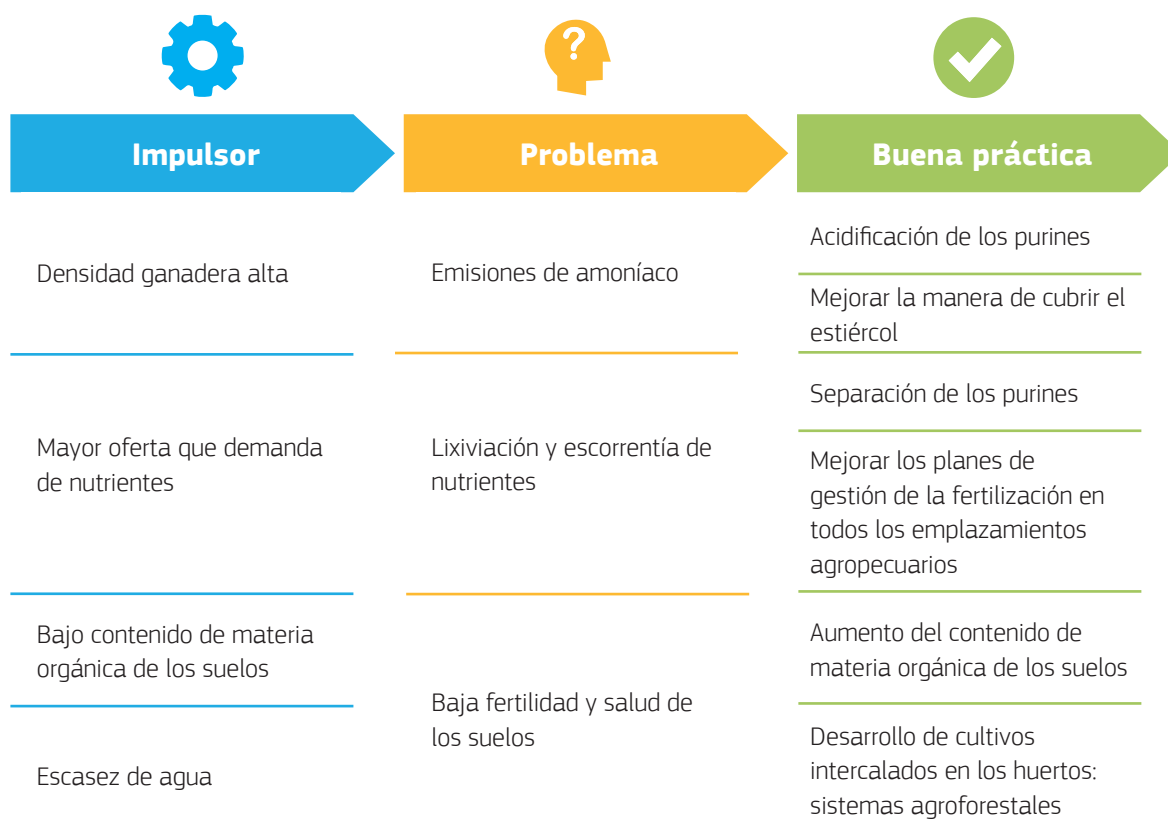
Establecimiento de buenas prácticas específicas para la región

Se han determinado varios ejemplos de medidas consideradas como «buenas prácticas» para reducir la pérdida de nutrientes y aumentar la eficiencia de los recursos en la región de Murcia (véase la Figura 2), que se describirán detalladamente en los siguientes tablas.

Las medidas se han seleccionado según sus impactos en el ecosistema agrícola en términos de reducción de pérdidas mediante un mejor uso de nutrientes. Así, las medidas seleccionadas

proporcionan algunas ventajas económicas para el agricultor y, simultáneamente, reducen la pérdida de nutrientes del sistema de producción agrícola, con lo cual se benefician tanto el medio ambiente como la sociedad. Se ha hecho hincapié en las medidas que todavía no han sido explotadas en todo su potencial dentro de la región de Murcia. Otros criterios de selección han sido la factibilidad de ejecución de la medida y el hecho de que la medida ofrezca beneficios que compensen (o equilibren) los costes. En el gráfico a continuación se destacan varios impulsores de la pérdida de nutrientes en la región de Murcia y los problemas conexos a ellos. En la columna final se presentan las buenas prácticas que se han determinado como posibles maneras de resolver los problemas asociados a la pérdida de nutrientes.

Figura 2 Selección de buenas prácticas para la región de Murcia



Mejorar el procesamiento del estiércol: acidificación de los purines



Definición de la medida	Al agregar ácido a los purines ganaderos, su pH se reduce a aproximadamente 5,5 y el equilibrio entre amoníaco y amonio se desplaza en favor del amonio, con lo que se reducen las emisiones de amoníaco al aire.
Implementación técnica	El ácido sulfúrico es una forma de ácido que puede aplicarse al estiércol para limitar la volatilización de amoníaco. Es posible acidificar los purines bajo los listones del establo, en el tanque de purines durante el almacenamiento o en el momento de la aplicación en el campo utilizando un sistema montado en el remolque de los purines. Pueden emplearse equipos de aplicación estándar para manipular los purines acidificados.
Requisitos técnicos	Existen equipos comerciales para la acidificación debajo de los listones del establo, en el tanque de purines durante el almacenamiento o sobre el remolque de purines durante la aplicación en el campo.

Efectos, beneficios y costes

Beneficios para las explotaciones agrícolas	Mayor cantidad de nitrógeno disponible para el cultivo, lo cual que puede aumentar el rendimiento de dichos cultivos y reducir la cantidad de fertilizante mineral adicional que debe ser comprado y aplicado.
Costes para las explotaciones agrícolas	Inversión inicial en equipos de acidificación para usar en los establos, en los tanques de purines o durante la aplicación en el campo. Gastos adicionales que incluyen costes de utilización de ácido sulfúrico y costes extras de encalado debido a la acidificación del suelo. (3)
Beneficios colaterales y compensaciones	Como resultado de la acidificación de los purines se produce una disminución prolongada de la producción de metano. El efecto más importante se logra al acidificar los purines en el establo. Las emisiones de metano no se ven afectadas si la acidificación tiene lugar inmediatamente antes de la aplicación en el campo.
Efectos ambientales	Aire: disminución de las emisiones de amoníaco que llevan a una reducción en la emisión de partículas, de olor, y de formación de ozono, lo cual disminuye los riesgos para la salud humana (por ej., asma y problemas respiratorios más severos); disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (metano), con lo cual se disminuye el impacto climático. Biodiversidad: efectos positivos originados en la descarga reducida de N en los ecosistemas naturales.



Mejorar la manera de cubrir el estiércol

Definición de la medida

En Murcia, el estiércol se almacena en grandes estanques abiertos para estiércol a fin de aumentar la evaporación y secar el estiércol lo más rápidamente posible. Este modo de tratamiento causa elevadas emisiones de amoníaco y metano, las cuales pueden reducirse al cubrir el estiércol durante el almacenamiento. Cubrir el estiércol disminuye la superficie desde la cual se producen las emisiones. Sellar los estanques existentes disminuiría la cantidad de nutrientes perdidos.

Implementación técnica

En Murcia, el estiércol es principalmente un producto de la cría de porcinos. El estiércol de porcinos contiene un porcentaje bajo de materia seca y requiere añadir paja u otros materiales para formar una costra. Por lo tanto, cuando queda sin cubrir y expuesto, el estiércol es especialmente propenso a la volatilización de amoníaco. Las cubiertas fijas son más eficientes en la reducción de las emisiones y en el desvío del agua de lluvia. Las cubiertas flexibles pueden ser de diferentes tipos: de paja, arcilla, vellones (lana) y láminas. (5) La paja añade materia orgánica al estiércol, lo que beneficia la calidad del suelo si luego se aplica el estiércol en el campo. Además, si el estiércol se deja enfriar, disminuye la volatilización y el contenido de N podría ser más elevado.

Requisitos técnicos

Para las cubiertas fijas, las inversiones iniciales necesarias son elevadas. Las cubiertas flexibles tienen menos costes conexos. Las cubiertas fijas son menos prácticas para el estiércol sólido, dado que el agregado habitual de estiércol a la estructura de almacenamiento (diariamente o dos veces por semana) requiere quitar la cobertura. No obstante, el estiércol sólido emite una cantidad mayor de gases de efecto invernadero que los purines separados. Por consiguiente, dado que la posibilidad de reducir las emisiones es alta, la adopción de estas medidas debería considerarse si son factibles.

Efectos, beneficios y costes

Beneficios para las explotaciones agrícolas

Ahorros en los costes por una menor compra y aplicación de fertilizantes minerales debido al mayor contenido de nutrientes del estiércol almacenado (resultado obtenido al cubrir el estiércol con una cubierta semipermeable o impermeable).

Costes para las explotaciones agrícolas

Construcción y mayores costes operativos para el mantenimiento y la manipulación de las instalaciones de almacenamiento del estiércol cubierto. Las cubiertas fijas son más costosas que las flexibles, especialmente si no se han previsto en el diseño inicial del almacenamiento.

Beneficios colaterales y compensaciones

Habría que calcular los niveles necesarios de nutrientes de estiércol para ajustarse a las necesidades de los cultivos, de otro modo, la aplicación de la misma cantidad de estiércol daría como resultado niveles mayores de nutrientes y posibles pérdidas.

Efectos ambientales

Disminución de las emisiones de amoníaco, lo cual disminuye las emisiones de partículas, olor, y disminuye formación de ozono. Esto disminuye los riesgos para la salud humana (por ej., asma y problemas respiratorios más severos); las menores emisiones de amoníaco también darán lugar a beneficios para los ecosistemas hídricos y naturales.

Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (metano), con lo cual se disminuye el impacto climático.

Mejorar el procesamiento del estiércol: separación de los purines



Definición de la medida

La separación del estiércol porcino en Murcia es crucial a fin de tratar la fracción líquida de los purines que, al evaporarse, contribuye a una elevada emisión de amoníaco. La separación del estiércol permite una mejor utilización de los nutrientes del estiércol ganadero y, con ello, la reducción de las pérdidas y del impacto ambiental conexas. El estiércol ganadero se separa en una fracción líquida rica en N y una fracción sólida rica en P. Luego, la fracción sólida se extrae de la cría intensiva de ganado, disminuyendo de esta manera la carga de P en el establecimiento donde se había originado y se proporciona un aditivo a los suelos para aumentar su contenido de materia orgánica en un establecimiento con pocos nutrientes. La fracción líquida puede usarse luego de ser filtrada en instalaciones de fertirrigación. Dado que los purines pueden contener patógenos, el fertilizante debe emplearse solo en la producción de cultivos no comestibles (por ej., flores) o cultivos arbóreos.

Implementación técnica

Para evitar la volatilización del amoníaco, quizás haya que agregar ácido (ácido sulfúrico). Como ambas fracciones contienen nutrientes, deberían analizarse para determinar cuáles nutrientes están disponibles para la gestión de la fertilización.

Debido a que la inversión y los costes operativos de los sistemas de separación de purines son relativamente elevados, esta medida tiene una economía de escala significativa. Las soluciones móviles, en las que un grupo de agricultores comparte un sistema de separación de purines, podrían ser una opción.

Requisitos técnicos

La separación de purines al origen requiere un diseño específico del alojamiento para el ganado y, por lo tanto, es especialmente adecuada cuando se construyen nuevos establos. Alternativamente, la separación puede realizarse usando un separador después de haber retirado el estiércol del establo. Para limitar las emisiones de amoníaco, la fracción sólida debe separarse poco antes de que sea aplicada o, en caso de tener un almacenamiento previo, cubrirse con una cobertura hermética. Además, debe ser tratada con ácido sulfúrico. Cuando se aplican como fertilizante orgánico, los purines tienen que incorporarse rápidamente después de la aplicación en el campo.

Efectos, beneficios y costes

Beneficios para las explotaciones agrícolas

La mejor utilización de los cultivos reduce la necesidad de comprar y aplicar fertilizantes minerales adicionales.

Costes para las explotaciones agrícolas

Inversión inicial en establos diseñados para la separación del estiércol o en un separador externo. (4) Los costes adicionales comprenden gastos operativos importantes.

Beneficios colaterales

La separación de los purines permite la acidificación de la fracción líquida y, por ende, la reducción de las emisiones de amoníaco. Otro beneficio es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero durante la producción de fertilizantes si se aplican menos fertilizantes inorgánicos adicionales.

Efectos ambientales

Agua: menor pérdida de nutrientes (P y, posiblemente, N), que reduce la eutrofización y mejora la calidad del agua de superficie y de agua subterránea. A su vez, la mejor calidad del agua disminuye los riesgos para la salud humana y la degradación de la biodiversidad.

Aire: potencial disminución de las emisiones de amoníaco, según cuál sea el manejo (por ej., cobertura hermética de la fracción sólida almacenada), lo que implica menos emisiones de partículas, menos olor, y menor formación de ozono. Esto disminuye los riesgos para la salud humana (por ej., asma y problemas respiratorios más severos); reduce potencialmente las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono debido a la menor producción de fertilizantes) y, por lo tanto, disminuye el impacto climático.

Suelo: mejora de la fertilidad de los suelos a través del uso de la fracción líquida como fertilizante.

Biodiversidad: efectos positivos originados en la descarga reducida de N en los ecosistemas naturales.



Mejorar los planes de gestión de la fertilización en todos los emplazamientos agropecuarios

Definición de la medida

La preparación de los planes de gestión de fertilizantes, que comprende más que el equilibrio básico de nutrientes mediante instrumentos específicos (por ej., análisis de suelos), considerando todos los insumos y productos pertinentes (por ej., descarga, fertilización, residuos de cultivos), permite optimizar la cantidad de nutrientes aplicados dependiendo de las condiciones de las tierras (tipo de suelo, demanda de cultivos y nutrientes restantes).

Basar las proporciones de aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el cálculo del equilibrio de nutrientes puede reducir considerablemente las pérdidas de nutrientes. Podrían concebirse planes de manejo de nutrientes más eficaces (considerando factores adicionales en el equilibrio de nutrientes), que fuesen más allá de las exigencias básicas del Programa de Acción sobre Nitratos y las prácticas incluidas dentro de las Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales (BCAM).

Implementación técnica

Calcular e interpretar el equilibrio de nutrientes concreto para un emplazamiento determinado: analizar el contenido restante en el suelo de nutrientes específico de cada parcela considerando el tipo de suelo y los residuos mineralizados de cultivos; determinar las necesidades de nutrientes para los cultivos según el rendimiento deseado dadas las condiciones ambientales concretas; analizar el contenido en nutrientes de los fertilizantes orgánicos, establecer la proporción de fertilizantes minerales para satisfacer por completo las necesidades de los cultivos y considerar el lapso que precisan los cultivos entre la aplicación y la asimilación de los nutrientes.

Requisitos técnicos

La medida comprende el cálculo de N, P y K sobrante en el suelo y el ajuste de la cantidad de fertilizante que habrá que aplicar en el próximo período de crecimiento. Este se basa en las muestras de suelo tomadas en la primavera y el otoño (Nmin), que también sirven como un elemento de seguimiento de esta medida. La aplicación de nutrientes debe ajustarse según cuál sea el tipo de cultivo y las condiciones locales. El Sistema de Información Agrario de Murcia (SIAM) brinda apoyo para calcular los niveles de nutrientes restantes. (6) Este sistema del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) brinda asistencia para calcular los niveles de nutrientes en el agua y proporciona información sobre las condiciones vigentes climáticas al igual que las demandas específicas de nutrientes por cultivo.

Efectos, beneficios y costes

Beneficios para las explotaciones agrícolas

Ahorros en los costes debidos a la disminución en la compra y aplicación de fertilizantes adicionales.

Costes para las explotaciones agrícolas

Análisis de suelos, mayores esfuerzos en el manejo cuando se aplican en todos los emplazamientos y posible apoyo técnico adicional para equilibrar el presupuesto en N, P y K (por ej., considerar el contenido de nutrientes restantes).

Beneficios colaterales y compensaciones

La reducción de los nutrientes aplicados incide positivamente en la pérdida de nutrientes siempre y cuando la aplicación se realice en condiciones apropiadas (incluyendo las condiciones climáticas). Otro beneficio es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero durante la producción de fertilizantes si se aplican menos fertilizantes inorgánicos adicionales.

Efectos ambientales

Agua: reducción de la lixiviación y la escorrentía de nutrientes (N, P y K), que disminuye la eutrofización y mejora la calidad del agua de superficie y subterránea. A su vez, la mejor calidad del agua disminuye los riesgos para la salud humana y la degradación de la biodiversidad.

Suelo: mejora de la fertilidad y salud de los suelos mediante la reducción del potencial de acidificación.

Aire: disminución de las emisiones de amoníaco que llevan a una reducción en la emisión de partículas, de olor, y de formación de ozono, lo cual disminuye los riesgos para la salud humana (por ej., asma y problemas respiratorios más severos); disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (óxido nitroso y dióxido de carbono), con lo cual se disminuye el impacto climático.

Biodiversidad: efectos positivos originados en la descarga reducida de N en los ecosistemas naturales.

Aumento del contenido de materia orgánica de los suelos



Definición de la medida

En Murcia, los suelos suelen ser pobres en materia orgánica en suelo (MOS). Por lo tanto, la capacidad de retención de agua y nutrientes es limitada. El uso de fertilizantes orgánicos, barbechos verdes o la incorporación de residuos de los cultivos aumenta el contenido de MOS y mejora la estructura de los suelos. De este modo se mejora la capacidad de retención del suelo y se disminuye el riesgo de erosión.

Implementación técnica

La aplicación de **fertilizantes orgánicos** como estiércol, compostaje o sustrato de la producción de biogás no solo aumenta el contenido de MOS, sino que debe considerarse como un ingreso de nutrientes. Por lo tanto, la cantidad de fertilizante mineral debe adaptarse a la cantidad de nutrientes aplicados con el fertilizante orgánico. Para evitar la fertilización excesiva, hay que analizar el contenido de nutrientes del sustrato.

Además, los **barbechos verdes con leguminosas** proporcionan fijación biológica del nitrógeno. La incorporación de plantas al suelo no solo aumenta la MOS, sino que la mineralización de las plantas deja libres los compuestos de nitrógeno para que sean absorbidos por el cultivo principal. Por lo tanto, hay que considerar la cantidad de nitrógeno en el suelo en el plan de fertilización.

Los **residuos de cultivos** pueden ser paja de cereales o residuos de otros cultivos, como girasol, colza u horticultura, o biomasa que surge de la tala y la poda de cultivos permanentes (huertos, viñedos, etc.). Pueden dejarse en el campo o aplicarse en otro campo. La incorporación de residuos no solo proporciona N, P y K, sino también carbono al suelo, lo que evita el agregado de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, esto puede aumentar la lixiviación de N desde el suelo.

Requisitos técnicos

La incorporación y el manejo benefician principalmente los suelos bien aireados o que tienen un alto contenido de arcilla. Las labores de labranza aceleran la descomposición de los residuos orgánicos en el suelo.

Efectos, beneficios y costes

Beneficios para las explotaciones agrícolas

Mayor salud de los suelos, mayor retención de nutrientes y agua; ahorro de costes por el menor uso de fertilizantes minerales, especialmente cuando se utilizan leguminosas.

Costes para las explotaciones agrícolas

Labores adicionales para la siembra, el arado y la preparación de residuos (por ej., transporte desde un campo o huerto a otro); costes de semillas cuando se aplica barbecho verde. A causa de la gran demanda de estiércol en Murcia, los costes de compra son altos si en la explotación agrícola no hay estiércol o es insuficiente.

Beneficios colaterales y compensaciones

Los residuos de cultivos, los fertilizantes orgánicos y el barbecho verde proporcionan compuestos al suelo que mejoran la MOS, contribuyen a la fertilidad de los suelos y a la salud del ecosistema. Existe el riesgo de la liberación de emisiones directas de óxidos de nitrógeno al incorporar los cultivos de cobertura y los residuos de los cultivos al suelo (particularmente con leguminosas). Sin embargo, los residuos de compostaje pueden ayudar a reducir las emisiones de óxido de nitrógeno.

Efectos ambientales

Suelo: mejora de la fertilidad y estructura, de la capacidad de retención hídrica y la biodiversidad por su mayor contenido de materia orgánica. Reducción del riesgo de erosión, lo que contribuye al secuestro de carbono y a su almacenamiento en el suelo.

Agua: reducción de la lixiviación y la escorrentía de nutrientes mediante una mayor absorción por parte de las plantas y retención por parte de las raíces, que disminuye la eutrofización y mejora la calidad del agua de superficie y subterránea. Esto disminuye los riesgos para la salud humana y para la degradación de la biodiversidad.

Aire: reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono) a causa de la reducción de la producción de fertilizantes.



Desarrollo de cultivos intercalados en los huertos: sistemas agroforestales

Definición de la medida

La agroforestería permite que los cultivos y el ganado se críen conjuntamente con los árboles dentro de parcelas agrícolas o en sus límites. Su objetivo es captar más nutrientes a través de los sistemas radiculares y, con ello, reducir su lixiviación y evitar su pérdida por la erosión del suelo. En la región de Murcia en particular, la escasez de agua en la producción de cultivos podría verse beneficiada por la sombra de los árboles, que disminuye la tasa de evapotranspiración. En los huertos de Murcia también puede aplicarse esta técnica a fin de evitar los suelos áridos entre filas de árboles, a pesar de la presión social para ajustarse al manejo tradicional de los suelos.

Implementación técnica

Según cuál sea el cultivo, los diseños posibles son:

Cultivo en hileras: su ejecución requiere una buena comprensión de las demandas de los cultivos en el sistema en términos de espacio, luz y nutrientes. Los sistemas pueden variar entre monocultivo y cultivos mixtos.

Franjas ribereñas de protección: la plantación puede hacerse en tres zonas: zona I (de un ancho de aproximadamente 10m) en la orilla del río, con árboles que resistan las inundaciones; zona II (de entre 3 y 5m de ancho), formada por arbustos autóctonos que almacenan nutrientes, y zona III (de entre 5 y 8 m de ancho), formada por pastos autóctonos, para capturar nutrientes y sustancias químicas.

Cortavientos: los árboles ofrecen protección frente al viento hasta una distancia de aproximadamente 10 veces su altura, lo cual es beneficioso para la horticultura.

Sistemas silvo-pastorales: requiere manejo ganadero para evitar que se dañen los árboles, el pastoreo excesivo y la compactación del suelo.

Requisitos técnicos

En general, todos los sistemas de cultivos pueden adaptarse a los sistemas agroforestales. La densidad de los árboles debe adaptarse a los requisitos de sombra de los cultivos. Los sistemas más productivos (por ej., coníferas, rotaciones cortas) tienen una mayor absorción de nutrientes, que puede mantenerse con una cosecha regular. En las tierras cultivables forestadas podría ser necesario adoptar medidas adicionales para aumentar la aireación del suelo y mejorar su estructura.

Efectos, beneficios y costes

Beneficios para las explotaciones agrícolas

Ahorro en los costes que surge de aplicar menos fertilizantes minerales cuando se adopta el pastoreo simultáneo; la mayor sombra puede hacer que se necesite menos riego; aumento de la fertilidad del suelo y de la retención del agua a causa del mayor contenido de materia orgánica en el suelo (por ej., la hojarasca que aumenta la biomasa en la superficie).

Costes para las explotaciones agrícolas

Costes iniciales de la inversión; período de amortización largo antes de que maduren los árboles y rindan los beneficios previstos; pérdida de superficie de producción de cultivos herbáceos.

Beneficios colaterales y compensaciones

Los árboles almacenan las precipitaciones en las hojas y en la superficie de los troncos antes de que drenen y se filtren en el suelo para aumentar la reposición de las aguas subterráneas y disminuir el riesgo de inundaciones. Para evitar que árboles y cultivos compitan entre sí por el agua, idealmente habría que plantar árboles latifoliados a pequeña escala. Los cultivos mixtos hortícolas y frutales también pueden impedir que se produzca pérdida de nutrientes gracias a las raíces poco profundas de los cultivos hortícolas y a su mayor eficiencia en términos de nutrientes. A causa de la capa vegetal del suelo, se reduce la erosión y, con ello, la pérdida de fósforo.

Efectos ambientales

Suelo: mejora de la fertilidad y estructura, de la capacidad de retención hídrica y de la biodiversidad de los suelos por su mayor contenido de materia orgánica. Reducción del riesgo de erosión, lo que contribuye al secuestro de carbono y a su almacenamiento en el suelo.

Agua: reducción de la lixiviación y la escorrentía de nutrientes (P, N, K) mediante una mayor absorción por parte de las plantas y retención por parte de las raíces, que disminuye la eutrofización y mejora la calidad del agua de superficie y subterránea. Esto disminuye los riesgos para la salud humana y para la degradación de la biodiversidad.

Biodiversidad: la agroforestería aumenta la diversidad biológica agrícola en las explotaciones agrícolas mediante la introducción de nuevas especies vegetales y de fauna subterránea.

Buenas prácticas adicionales para reducir la pérdida de nutrientes

Reducir la cantidad de nutrientes producida por la adaptación de técnicas de alimentación animal

Las prácticas de alimentación animal pueden disminuir la cantidad de nutrientes excretada por el ganado. Las opciones son a) ajustar los alimentos (y, por ende, los nutrientes) a las necesidades de los animales o b) aumentar la asimilación de nutrientes por parte de los animales. Si se ajusta la cantidad de alimento, los agricultores tendrán que calcular las necesidades nutricionales de sus animales y tener información sobre la composición de nutrientes en el alimento. Para facilitar la alimentación diversificada, los animales tienen que agruparse por sexo y por edad o estado reproductivo. Esta medida reduce el desperdicio de alimentos e impide que los animales ingieran cantidades excesivas de alimentos. Si se aumenta la asimilación de los alimentos por parte de los animales, hay que aumentar la digestibilidad del alimento proporcionado, por ejemplo, procesándolo o agregando fitasa o aminoácidos. El agricultor también puede disminuir el contenido de proteínas del alimento, lo cual es una medida eficaz para reducir la cantidad de nutrientes excretados.

Mejorar las técnicas de aplicación de fertilizantes

El amoníaco se emite cuando se esparce el estiércol. Marcar el área en la que se esparce el purín con rampa con tubos o inyectores da como resultado una reducción de las emisiones de amoníaco de un 30 % (en los pastos bajos) y de un 60% (en los pastos altos). Del mismo modo, la inyección profunda reduce en más del 90% las emisiones de amoníaco. La incorporación del estiércol, una vez esparcido, también limita la volatilización del amoníaco. La incorporación de los purines arando dentro de las seis horas posteriores a su aplicación podría reducir las emisiones de amoníaco hasta un 60%. Cuando el fertilizante se incorpora inmediatamente después de haberlo esparcido o se inyecta directamente en el suelo, se puede obtener una menor escorrentía de los nutrientes. Dado que en el 27 % de las explotaciones agrícolas de España el estiércol sólido o los purines no se incorporan inmediatamente después de la aplicación, la posibilidad de una mejora es relativamente elevada.

Mejorar la gestión del riego y reutilizar el agua de drenaje agrícola

La reutilización del agua de drenaje agrícola para el riego implica bombear el agua de riego desperdiciada desde los canales de drenaje y reinyectarla en el ciclo del riego. El agua de drenaje es rica en nutrientes a causa de la lixiviación y la escorrentía. Para asegurarse de que esta medida sea realmente efectiva, es importante controlar la concentración exacta de nutrientes del agua de drenaje para adaptar el ingreso de fertilizantes adicionales y evitar sobrepasar las necesidades de N de los cultivos, así como la salinización del suelo. En España, se han desarrollado varios estudios experimentales que mostraron buenos resultados y enseñanzas que pueden servir para la futura aceptación de esta práctica. (7)

Retener nutrientes en los humedales construidos

Los humedales construidos pueden ayudar a captar los nutrientes que están en el agua de drenaje o en la escorrentía antes de que lleguen a las masas de agua. Esta medida es una opción simple, de bajo coste y bajo mantenimiento que ayuda a evitar las pérdidas de nutrientes. Los estudios han demostrado que esta técnica es apropiada para las zonas áridas, como la región de Murcia, en donde entre el 51% y el 91% del N fue eliminado en los humedales, según su ubicación y tipo (por ej., humedal superficial o sub-superficial). (8) Los humedales también inciden favorablemente en el clima, porque son sumideros de carbono, aunque pueden liberar naturalmente metano. La alteración de los niveles freáticos por el drenaje, por ejemplo, también puede ocasionar emisiones altas de óxido nitroso. Los humedales construidos son principalmente adecuados para establecimientos pequeños y medianos de cría de porcinos ya que los establecimientos agrícolas grandes producen un exceso de purines que deben ser procesados rápidamente. Los componentes sólidos restantes que se depositan y que son separados de la fracción líquida en los humedales pueden tener un contenido de sales elevado, de modo que no deberían usarse continuamente como fertilizantes para evitar la salinización del suelo y de las plantas.



Otros enlaces pertinentes

A continuación se presenta más información (enlaces), útiles para la región de Murcia, sobre la reducción de las pérdidas de nutrientes en la agricultura. Esta comprende enlaces a documentos jurídicos, iniciativas, instituciones y estudios.

Unión Europea

DG Medio Ambiente - Directiva sobre nitratos:
http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html

El estudio « Resource efficiency in practice – Closing mineral cycles » (Eficiencia de los recursos en la práctica – El cierre de los ciclos de minerales) está disponible en el siguiente enlace:

<http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/studies.html>

DG Medio Ambiente - Uso sostenible del fósforo:
<http://ec.europa.eu/environment/natres/phosphorus.htm>

Contactos:

ENV-NITRATES@ec.europa.eu;

ENV-USE-OF-PHOSPHORUS@ec.europa.eu

Nivel nacional y regional

Sistema de Información Agraria de Murcia (SIAM):
<http://siam.imida.es>

Consejo de Agricultura Ecológica de la Región de Murcia:
<http://caermurcia.com/presentacion/>

Estudios y proyectos

Proyecto Life-Aquemfree (descontaminación del agua potable residencial mediante el uso de energía solar):

<http://www.life-aquemfree.eu/>

Gómez-Garrido, M. et al. (2014) Soil fertility status and nutrients provided to spring barley (*Hordeum distichon* L.) by pig slurry (Estado de fertilidad del suelo y nutrientes proporcionados a la cebada de dos carrascebadilla tremesina (*Hordeum distichon* L.) por los purines porcinos)

Idassi, J.O. (2012) Profitable Farms and Woodlands: A Practical Guide in Agroforestry for Landowners, Farmers and Ranchers (Explotaciones agrícolas rentables y humedales: una guía práctica en agroforestería para los hacendados, agricultores y criadores de ganado)

Región de Murcia, Consejería de Agricultura y Agua, La fertirrigación del limonero:

<http://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-04-1196-la-fertirrigacion3b3n-en-el-limonero-1.pdf>

Castilla-La Mancha (2005) Fertirrigación:

<http://crea.uclm.es/siar/publicaciones/files/HOJA11.pdf>

Referencias

- (1) Velasco, J., Lloret, J., Millan, A., Marin, A., Barahona, J., Abellan, P. and Sanchez-Fernandez, D. (2006) Nutrient and Particulate Inputs into the Mar Menor Lagoon (Se Spain) from an Intensive Agricultural Watershed. (Ingreso de nutrientes y materia en partículas en la laguna del Mar Menor (SE España) desde una cuencas hidrográficas agrícola intensiva) *Water, Air, and Soil Pollution* 176: 37-56
- (2) García Lidón, A. (2014) Política para la eficiencia de los recursos en las áreas agrícolas. Murcia, Spain.
- (3) Joint Research Centre (2013) Best Available Techniques (BAT) Reference document for the intensive rearing of poultry and pigs – Draft 2. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). (Mejores técnicas disponibles. Documento de referencia para la cría intensiva de aves de corral y porcinos- Documento borrador 2. Directiva de emisiones industriales 2010/75/EU (Prevención y control integrados de la contaminación).) Disponible en: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP_D2_082013online.pdf.
- (4) Gothenburg Protocol Guidance (2011) Draft Guidance Document for Preventing and Abating Ammonia Emissions from Agricultural Sources (Proyecto de documento de orientación para prevenir o reducir al mínimo las emisiones de amoníaco originadas en fuentes agrícolas).
- (5) Stein-Bachinger, K., Reckling, M., Hufnagel, J. and Granstedt, A. (eds.) (2013) *Ecologic Recycling Agriculture: Farming Guidelines (Agricultura ecológica de reciclaje: directrices para las explotaciones agrícolas)* (1a ed., Vol. 1, p. 136). Berlín: BERAS - Baltic Ecologic Recycling Agriculture and Society (Agricultura y sociedad de reciclaje ecológico del Báltico)
- (6) Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (2015) Sistema de Información Agraria de Murcia (SIAM), <http://siam.imida.es/>.
- (7) Alcon, F., Martín-Ortega, J., Berbel, J., de Miguel, M.D. (2012) Environmental benefits of reclaimed water: an economic assessment in the context of the Water Framework Directive (Beneficios ambientales del agua recuperada: una evaluación económica en el contexto de la Directiva Marco del Agua) *Water Policy* 14: 148-159 WP6 publication from the SIRRIMED project [Publicación WP6 del proyecto SIRRIMED), <http://www.sirrimed.org/index.php?seccion=publicaciones&opcion=publications>.
- (8) García García, V. (2013) Mediterranean wetlands functionality in agriculture landscapes. Driving factors for spatial and temporal variability in N and P retention. University of Murcia, Department of Ecology and Hydrology. (Funcionalidad de los humedales mediterráneos en paisajes agrícolas. Factores responsables de la variabilidad espacial y temporal de la retención de N y P Universidad de Murcia, Departamento de Ecología e Hidrología.

Autores:

Evelyn Lukat (Ecologic Institute) y Marion Sarteel (BIO by Deloitte)

Editora:

Elizabeth Dooley (Ecologic Institute)

Diseño: Studio graphique Deloitte

Imágenes:

Página de tapa: Almendros florecen en la región de Murcia © Carmen sedano / Alamy - P3: Medusa (*Cotilorhiza tuberculata*) atrapada en una malla en la zona de baño del Mar Menor © José Navarro Leandro/www.marmenorenclave.blogspot.com - P6 encima: Riego por goteo para disminuir el uso de agua y la pérdida de nutrientes, aquí para la producción de melón © age fotostock / Alamy - P6 abajo: Cochinillos en un criadero moderno de cerdos © Greg Taylor / Alamy - P8: La volatilización de amoníaco de estiércol se puede reducir mediante la acidificación del estiércol usando ácido sulfúrico. Este proceso puede ocurrir en un depósito estable de estiércol o durante la aplicación en el campo © Mette S. Carter, DTU - P9: Cubierta flotante para estanques de estiércol (trozos de polipropileno hexagonales) Hexacover en un depósito de estiércol © Aguilar M, Abaigar A, Irujo E, Calvet S, Merino P, 2012. "Performance of floating covers for slurry storage in Northern Spain". Paper No 0955. Proc. Int Conf Agric Eng CIGR-AgEng 2012. Valencia (Spain) - P10: La separación de estiércol permite la exportación de la parte sólida rica en fósforo a explotaciones no ganaderas, donde el fósforo es utilizado en la producción vegetal de una forma mas eficiente © Frank Bondgaard / VFL - P11: Agricultor tomando muestras de suelo en un campo arado. El ajuste del contenido de los nutrientes y fertilizantes a las necesidades de los cultivos puede minimizar la pérdida de nutrientes además de minimizar gastos © Wayne Hatchinson / Alamy - P12: El compostaje es un proceso natural que transforma el estiércol en un valioso fertilizante orgánico que es más fácil de manejar y transportar que el estiércol fresco © Jennifer Moreno Comejo - P13: La agroforestería en huertos aumentaría la captura de nutrientes y agua mediante un sistema de raíces © AGROOF

Título del proyecto:

Resource Efficiency in Practice – Closing Mineral Cycles (Eficiencia de los recursos en la práctica. El cierre de los ciclos de minerales)

Financiado por la Comisión Europea | No. 070372/2013/665122/ETU/B.1

Asociados en el proyecto:

BIO by Deloitte, Ecologic Institute, AMEC Foster Wheeler Environment & Infrastructure, Technical University of Denmark, University of Milan and LEI Wageningen UR