



**PROYECTO DIVULGATIVO Y DE SENSIBILIZACIÓN SOBRE BUENAS PRÁCTICAS
AGRARIAS PARA LUCHA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
E INCREMENTO DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL
EN EL TERRITORIO Y ACTUACIÓN PILOTO**



Caravaca de la Cruz 14 de Noviembre de 2019

INTRODUCCIÓN

Se trata de un proyecto de estudio, difusión y sensibilización destinado a conseguir el desarrollo de nuevas técnicas o sistemas productivos en el sector agrario, adaptados a las condiciones productivas y medioambientales reales de las explotaciones de los diferentes sectores u orientadores agrarias del territorio, que lo hagan más eficiente, sostenible y adaptado al cambio climático, contribuyendo igualmente a la mitigación de este cambio climático así como a la mayor sostenibilidad medioambiental.

El objetivo principal de este proyecto es contribuir a la adaptación y modernización del sector frente a estos nuevos retos ambientales que se plantean de la lucha y adaptación frente a las consecuencias del cambio climático asegurando la supervivencia del mismo. Contribuir al mantenimiento de las producciones agrarias y el empleo generado, abriendo nuevas posibilidades. Mejorar la cualificación del sector y acceso a la tecnología. Preservar y poner en valor recursos en el territorio que pueden tener, igualmente, su reflejo en el sector agroalimentario local e, incluso, en el sector de agroturismo y educación ambiental.

Las buenas prácticas recogidas en el proyecto permitirán enfrentarse a los sectores de producción de calidad diferenciada reconocidas existentes en el territorio a los retos provenientes del cambio climático, de manera que se mantengan estas producciones, en cantidad y calidad adecuada. Igualmente será un acicate para la extensión a otras producciones de la “producción ecológica”. Por otra parte, la asunción de estas buenas prácticas posibilitará el establecimiento de nuevas marcas de calidad.

El establecimiento de pautas y técnicas de adaptación frente a los efectos en el territorio del cambio climático posibilitará la permanencia o recuperación en el sector de determinadas variedades o razas autóctonas.

El establecimiento de pautas y nuevas técnicas que permitan el mantenimiento de la actividad agraria en el territorio conlleva directamente la valorización de los recursos y la infraestructura productiva de la zona, haciendo estos recursos sean sustentables en el tiempo económica y medioambientalmente. Además muchas explotaciones agrarias de la zona se encuentran dentro de las zonas natura 2000, las buenas prácticas agrarias contra el cambio climático y la sostenibilidad ambiental que se implementen en las mismas conllevarán una mejora y refuerzo de la preservación ambiental de estas zonas protegidas.

Entre las actuaciones del programa se incorpora tanto la realización de una campaña de difusión y sensibilización, con la realización de charlas, jornadas y edición de folletos divulgativos, así como el diseño y elaboración una página web para la difusión de los contenidos y resultados del proyecto.

La entidad solicitante presenta una amplia implantación en el territorio de actuación y, debido a que se encuentra estructuralmente integrada con la organización agraria de carácter regional COAG, puede decirse que participa en el mayor entramado organizativo y de apoyo y servicio al sector agrario que existe en la comarca de actuación. Esto asegura la mayor difusión y el mejor acceso a los profesionales del sector agrario, por la relación directa y permanente en el tiempo con estos profesionales del territorio de todas las orientaciones productivas que mantienen estas estructuras organizativas de la entidad solicitante.

Entre las actuaciones de difusión se incorporan elementos de evaluación, mediante encuestas de calidad, adecuación y oportunidad de los contenidos expuestos y de la fórmula se positivas tanto para jornadas como para las charlas divulgativas.

Igualmente en la página web se dispondrá de un espacio para que los usuarios puedan aportar sus opiniones y añadir sus experiencias.

Se le dará prioridad en el acceso a todas las actuaciones de difusión incluidas en el proyecto a mujeres del ámbito agrario y rural. Los jóvenes participarán también con prioridad en las actuaciones de difusión y sensibilización establecidas en el proyecto.

ÍNDICE

Página

1. Concepto de cambio climático y repercusiones en la Agricultura y Ganadería.....	7
1.1- Las principales causas del cambio climático y del calentamiento global.....	8
1.1.1 Transporte contaminante.....	8
1.1.2 Edificios que necesitan rehabilitación energética.....	8
1.1.3 La industria como causa del Cambio Climático.....	8
1.1.4 Generación excesiva de residuos.....	8
1.1.5 Agricultura y Ganadería. Sistema alimentario no sostenible.....	8
1.1.6 Derroche de energía	8
1.2- Efectos del cambio climático sobre la agricultura	10
o A nivel Climatológico.....	10
o A nivel Biológico.....	10
o A nivel Económico.....	10
1.3- Efectos del Cambio Climático sobre ganadería.....	11
1.4- Efectos del Cambio Climático sobre agua y suelos.....	11
1.5- Adaptación de agricultura y ganadería al Cambio Climático.....	12
2. Concepto de “Huella de Carbono”, “Balance Carbono” y “Sumidero de CO ₂ ” y su influencia en el sector agrario.....	13
2.1- Huella de carbono.....	13
2.2- Balance de carbono.....	14
2.3- Sumidero de CO ₂	14
3. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) en el sector agrario. Principales fuentes de emisión de GEIs en el sector agrario.....	15
4. Medidas para la reducción de GEIs, mejora del papel del sector agrario y adaptación al cambio climático del mismo.....	16
4.1- Medidas para la reducción de las emisiones de GEIs en el sector agrario.....	16
4.1.1- En suelos agrícolas.....	16
4.1.2- En ganadería.....	17
4.1.3- Comunes agricultura y ganadería.....	17

4.2- Técnicas específicas recomendadas para la mitigación del cambio climático.....	18
4.2.1- Laboreo reducido y siembra directa.....	18
4.2.2- Laboreo en bandas o Strip Till	19
4.2.3- Laboreo en lomos.....	20
4.2.4- Cultivo de cubiertas vegetales protectoras y/o agrosilvicultura.....	20
4.2.5- Gestión de restos de cosechas.....	21
o Paja y rastrojos.....	21
o Residuos vegetales verdes.....	22
o Residuos de poda de viñas y frutales.....	23
4.2.6- Dosis/Tipo de fertilización.....	24
4.2.7- Rotación de cultivos.....	26
4.2.8- Asociación de leguminosas.....	29
4.2.9- Cultivos leñosos.....	30
4.2.10- Optimización de la intensidad y duración del pastoreo.....	31
4.2.11- Gestión de estiércoles.....	36
4.2.12- Renovación óptima del pasto.....	39
4.2.13- Restaurar tierras degradadas.....	39
4.3- Efectos positivos y negativos sobre el medioambiente de las medidas propuestas para la reducción de emisiones de GEIs en el sector agrario.....	43
4.4- Medidas para la mejora del papel del sector agrario como “Sumidero de CO ₂ ”	45
4.5- Medidas para la adaptación al cambio climático en el sector agrario.....	54
4.5.1- Gestión de suelos.....	54
4.5.2- Agricultura de precisión y la digitalización.....	57
4.5.3- Monitoreo y control de plagas y enfermedades.....	59
4.5.4- Mejora del abonado.....	64
4.5.5- Mejora de la biodiversidad, servicios de polinización.....	65
4.5.6- Mejora de la ganadería extensiva. Economía circular.....	68
4.5.7- Gestión del agua.....	71
4.5.8- Creación de sistemas de asesoramiento.....	75

5. Otras actuaciones para la mejora de la sostenibilidad medioambiental de la actividad agraria.....	77
5.1- Mejora de la eficiencia energética y uso de energías renovables en el sector agrario.....	77
5.1.1- Maquinaria.....	77
5.1.2- Regadío.....	80
5.1.3- Instalaciones ganaderas.....	83
5.1.4- Sistemas de laboreo agrícola.....	90
5.1.5- Fertilización nitrogenada.....	94
5.2- Uso de energías renovables en el sector agrario.....	98
5.2.1- Energía eólica.....	99
5.2.2- Energía solar.....	100
5.2.3- Energía geotérmica.....	102
5.2.4- Biocombustibles: bioetanol, biodiesel, biomasa y biogás.....	103
5.2.5- Energía hidráulica o hidroeléctrica.....	109
5.3- Optimización en el uso de los recursos hídricos en las explotaciones agrarias.....	112
5.4- Mejora de la biodiversidad en las explotaciones agrarias.....	115
6. Uso de nuevas tecnologías en la lucha y adaptación al cambio climático en el sector agrario.....	128
6.1- Tractores autoguiados por GPS.....	130
6.2- Sensores agrícolas para monitorización de parámetros agronómicos.....	131
6.3- Drones.....	132
6.4- Mapeo de suelo.....	133
6.5- Monitores de rendimiento.....	133
6.6- Big Data.....	134
7. Referencias documentales consultadas.....	135

1. CONCEPTO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y REPERCUSIONES EN LA AGRICULTURA Y GANADERÍA.

El estudio del clima es un campo de investigación complejo y en rápida evolución, debido a la gran cantidad de factores que intervienen. El clima de la Tierra nunca ha sido estático. Como consecuencia de alteraciones en el balance energético, está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, desde decenios a miles y millones de años. Entre las variaciones climáticas más destacables que se han producido a lo largo de la historia de la Tierra, figura el ciclo de unos 100.000 años, de períodos glaciares, seguido de períodos interglaciares.

Desde el origen de la Tierra varios cambios climáticos han tenido lugar, debidos a diferentes causas: cambios en los parámetros orbitales, variaciones de la radiación solar, deriva continental, periodos de vulcanismo intenso, procesos bióticos o impactos de meteoritos. No obstante, todos estos cambios climáticos difieren con el que actualmente estamos afrontando, ya que el cambio climático actual es provocado por el ser humano, y se relaciona principalmente con la intensificación del efecto invernadero debido a las emisiones industriales procedentes de la quema de combustibles fósiles. De ellos el 12,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero es provocada por subproductos agrícolas.

El término "efecto de invernadero" se refiere a la retención del calor del Sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases en la atmósfera. Sin ellos la vida tal como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura y la combustión de combustibles fósiles. El mundo industrializado ha conseguido que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado, cuando, sin la actuación humana, la naturaleza se encargaba de equilibrar las emisiones.

El cambio climático nos afecta a todos. El impacto potencial es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales.

1.1 Las principales causas del cambio climático y del calentamiento global son las siguientes:

1.1.1 Transporte contaminante

La primera de las causas del cambio climático recae en el transporte. El 40% de las emisiones en España provienen de coches, camiones, furgonetas, tractores, autobuses... pero también de embarcaciones acuáticas o aéreas.

1.1.2 Edificios que necesitan rehabilitación energética

El 36% de los gases emitidos en Europa son por culpa de edificios que necesitan una rehabilitación energética.

- O Aislamiento: un correcto aislamiento térmico reduce al 50% el consumo de energía.
- O Estanqueidad: evitar fugas de aire o sellar huecos entre ventanas y paredes puede reducir entre un 30% y un 50% el consumo.
- O Ventilación: una ventilación eficiente reduce en un 90% la demanda de calor.

1.1.3 La industria como causa del cambio climático

Podríamos pensar que industrias como la química o la petrolera son dos de las principales causas del cambio climático. Así es, pero no están solas: aunque no lo parezca, industrias como la de los colorantes, del PVC, del cloro o de la metalurgia también afectan en gran medida, ya que generan una gran cantidad de residuos, algunos de ellos altamente tóxicos.

1.1.4 Generación excesiva de residuos

Cada persona que vive en Europa genera más de un kilo y medio de basura al día. El 60% de esta basura consiste en envases y bolsas de plástico. En este punto, la población tiene la clave para reducir los residuos, y es posible hacerlo con pequeñas acciones cotidianas.

1.1.5 Agricultura y ganadería: sistema alimentario no sostenible

El actual sistema alimentario es incompatible con el cuidado del medio ambiente. El sistema en que se basan la agricultura y la ganadería es una de las principales causas del cambio climático y del calentamiento global.

1.1.6 Derroche de energía

Hay una larga lista de cosas que todos y todas podemos hacer en nuestro día a día para dejar de derrochar energía.

El clima y su variabilidad inciden en muchos ámbitos, pero el sector agrario presenta una mayor vulnerabilidad ante el cambio climático. Se prevén aumentos de la frecuencia y

gravedad de acontecimientos extremos como inundaciones, tormentas de granizo o sequías, todos ellos riesgos permanentes que ya sufre la agricultura y ganadería.

Además, y por la parte que nos corresponde, las regiones del sudeste de Europa, del centro y las regiones mediterráneas se consideran las zonas más vulnerables al cambio climático. En estas zonas se prevén considerables efectos negativos, como cambios en el uso del suelo.

Las principales variables climáticas que afectan a los cultivos son la temperatura, la radiación solar, la disponibilidad del agua y la concentración de CO₂. Los impactos del cambio climático en la agricultura y ganadería europea y sobre los recursos naturales, como el hídrico, han sido recientemente analizados por la Comisión Europea. La evaluación de los futuros escenarios en sistemas y modelos de crecimiento de cultivos es una de las formas más utilizadas para el estudio del impacto del cambio climático. De esta manera, se puede analizar el comportamiento productivo durante el ciclo de cultivo bajo variables diferentes (precipitaciones, temperatura...).

En los escenarios planteados para 2020 y 2080, nueve zonas agroclimáticas tendrán una disminución de la producción de grano en el sureste de Europa –entre 1,9 y 22,4% para 2080– debido al acortamiento del periodo de cultivo. La disminución de productividad en estas latitudes se contrapone con un aumento de cereales en los países del norte de Europa –mejora en el rendimiento entre 2,8 y 70%– motivado principalmente, por el aumento temporal de la estación de crecimiento y la disminución de los periodos de heladas.

Al preverse un aumento de la temperatura y cambios de las pautas de precipitación, los problemas de escasez de agua se verán agravados en las regiones del sur y del sudeste. Las previsiones apuntan también a cambios en la frecuencia e intensidad de las sequías, lo que podría causar importantes pérdidas humanas y financieras en toda Europa.

El Estado español será uno de los más perjudicados por el cambio climático; se estima que en el año 2050 habrá un aumento generalizado de las temperaturas. Las precipitaciones descenderán un 10% y la humedad del suelo un 30%, y por tanto la disponibilidad de agua se verá alterada. Habrá más incendios forestales y aumentará la desertificación.

1.2 Efectos del cambio climático sobre la agricultura

Los principales efectos del cambio climático sobre el sector agrario serían:

➤ A nivel Climatológico

- Incremento significativo de los accidentes meteorológicos extremos como heladas, sequías, precipitaciones, etc.
- Reducción de las precipitaciones.
- Modificación de la duración de las estaciones.

➤ A nivel Biológico

- Atraso/adelanto en la floración de diferentes especies agrícolas.
- Pérdida de biodiversidad.
- Reducción de rendimientos en determinadas producciones.
- Alteración de la calidad de los productos cosechados.
- Alteraciones fisiológicas en los cultivos.
- Falta de “horas de frío” para la inducción de la floración en determinadas variedades de frutales.
- Reducción de la polinización y de la población de abejas en colmenas en apicultura.
- Reducción de la producción de pastos verdes en el sector vacuno, ovino y caprino.
- Modificación de la duración de las estaciones.

➤ A nivel Económico

- Pérdidas por reducción de la producción.
- Pérdidas por baja calidad de los productos cosechados.
- Pérdida de rentabilidad en las explotaciones agrarias.
- Aumento desmesurado del precio de paja seca y del forraje.

La producción agrícola podría disminuir aunque los efectos no serán por igual en todos los territorios. Como las concentraciones globales de CO₂ en la atmósfera aumentarán, esto influenciará de forma positiva a las plantas cultivadas (los estomas se estrechan y se reducen las pérdidas de agua, mejorando el rendimiento en el uso de agua), estimulando la fotosíntesis. Además, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época, compensado las pérdidas de otras estaciones.

Pero todo pro tiene su contra, y en este caso el incremento de las temperaturas puede aumentar la evapotranspiración. Las tasas fotosintéticas se verán afectadas negativamente, incrementándose las necesidades de riego en algunos casos. Al mismo

tiempo, el aumento de la temperatura conlleva el aumento de las fitopatologías por los insectos dañinos y se incrementará la capacidad de resistencia de las plagas durante el invierno –al eliminarse su control natural por heladas– que serán más virulentas para los cultivos de primavera.

Existe variabilidad en cuanto al alcance de plagas y enfermedades de los cultivos según la geografía española. La modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento a latitudes mayores de algunas enfermedades. Todos estos factores provocarán fluctuaciones en los rendimientos de los cultivos y en la oferta local de alimentos.

1.3 Efectos del cambio climático sobre la ganadería

Sobre la ganadería, el cambio climático puede influir en la reproducción, el metabolismo y la sanidad animal, debido a respuestas diferenciales al clima. El aumento de temperatura influye en muchos aspectos, que van desde alteraciones en las horas activas de pastoreo o una mayor incidencia de procesos infecciosos en los que el clima influye en los ciclos vitales de los vectores. Por tanto, se puede esperar que se produzcan desequilibrios en dichos ciclos, desajustándose estas afecciones patógenas en su localización espacial y temporal. Un aspecto positivo reseñable es la reducción de costes destinados a la protección del ganado durante los inviernos, ya que las temperaturas se suavizaran, aunque los aumentos de temperatura media son significativamente mayores en los meses de verano que en los de invierno.

1.4 Efectos del cambio climático sobre el agua y los suelos

Las aportaciones hídricas también se van a ver afectadas directamente por el cambio climático. Se espera un aumento de la demanda en los sistemas de regadío, proporcional a los aumentos de temperatura.

Se prevé una disminución de las precipitaciones del 8% en el horizonte de 2060. Esto provocará una reducción media de los recursos hídricos del 17%, afectando de forma directa al Guadiana, Segura, Júcar, Guadalquivir y cuenca Sur, así como a las Islas Canarias y Baleares. En el sur y sureste de España la demanda de agua se incrementará, siendo el estrés térmico más frecuente.

El suelo es otro recurso que ha sido estudiado en las proyecciones del cambio climático. Se van a ver agravados problemas ya presentes en los suelos españoles como la desertificación, la pérdida de fertilidad o los incendios forestales, teniendo en cuenta las características geomorfológicas y climáticas de partida. Esto provocará que muchas zonas cultivadas se vuelvan inadecuadas para continuar con las actividades agrícolas, aumentando

la aridez del suelo. De hecho, ya se estima que el 20 % del suelo de la Península Ibérica se puede considerar desértico, y el 75 % es susceptible de sufrir desertificación.

1.5 Adaptación de agricultura y ganadería al cambio climático

Una vez identificados los efectos y las consecuencias del cambio climático en el sector agrario, hay que pasar al siguiente nivel, donde la adaptación y medidas correctoras se convierten en instrumentos necesarios. El sector agrario debe comenzar ya a adaptarse de forma eficiente y rápida a las transformaciones y alteraciones que tendrán lugar en el clima. Del éxito o fracaso de estas acciones, depende la continuidad de buena parte de la actividad agraria.

El cambio climático en la agricultura y ganadería va a suponer un gran reto y no sólo para generaciones futuras, sino también para las actuales. La producción sostenible de alimentos, seguros y de calidad, sigue siendo nuestro objetivo, y la adaptación al cambio climático es un nuevo componente esencial para seguir manteniendo la producción.

La adaptación debe de ser un complemento a la mitigación del cambio climático y no servir de alternativa a la reducción de gases de efecto invernadero. Debe de ser una cuestión de determinación política, de planificaciones futuras y constantes y acciones coordinadas entre todas las políticas. El cambio climático implicará necesariamente la remodelación y redefinición de nuevas políticas como la científico-tecnológica, hidráulica, energética, agrícola, medioambiental y de planificación del territorio.

Por tanto, el diseño de medidas para incrementar la resistencia y reducir los costes frente al cambio climático tiene una gran importancia para el sector agrario. En este sentido, las medidas de adaptación tienen que ir encaminadas a conseguir una mayor y mejor información y planificación de cultivos con mayor resistencia a las nuevas condiciones climáticas.

En los sistemas agrícolas y ganaderos, a corto plazo las estrategias de adaptación pueden ser prácticas agrícolas relacionadas con cambios en las fechas de siembra o en las variedades utilizadas. Pero a largo plazo es necesario adaptar los sistemas a las nuevas condiciones climáticas, de forma concreta para cada cultivo. Para la ganadería serían necesarios cambios en el manejo del pastoreo, y la reforma y adaptación de las instalaciones.

En consecuencia, aunque existen incertidumbres que no permiten cuantificar con la suficiente precisión los cambios del clima previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata, de acuerdo al denominado "principio de precaución" al que hace referencia el Artículo 3 de la Convención Marco sobre Cambio

Climático. La inercia, los retrasos y la irreversibilidad del sistema climático son factores muy importantes a tener en cuenta y, cuanto más se tarde en tomar esas medidas, los efectos del incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero serán menos reversibles.

2 CONCEPTO DE “HUELLA DE CARBONO”, “BALANCE DE CARBONO” Y “SUMIDERO DE CO₂” Y SU INFLUENCIA EN EL SECTOR AGRARIO

2.1- Huella de Carbono

Es un indicador ambiental que pretende reflejar «la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto». Es la huella que deja nuestro paso en el planeta.

La agricultura representa más del 70% del consumo de agua y hasta un 30% de las emisiones de GEI (derivados de los combustibles, fertilizantes, etc.) a nivel mundial, por lo que es crítico contar con prácticas de agricultura sostenible que, además de reducir el impacto de la agricultura en el medio ambiente, mejoren el rendimiento por cultivo.

El presente y futuro de la agricultura están estrechamente vinculados al cambio climático. De hecho, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) cree que ningún otro fenómeno impactará con tanta fuerza las zonas rurales y los sistemas alimentarios del planeta.

Según un reciente estudio del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), la agricultura, la ganadería y los cambios de uso de la tierra son responsables por el 23% de las emisiones de gases que producen el calentamiento global.

El primer paso es no cambiar el uso del suelo; debemos mantener los grandes depósitos de carbono, como bosques por ejemplo, que además de prestar un servicio crítico al ecosistema ayudan a preservar la biodiversidad. El segundo es impulsar la adopción de mejores prácticas en el uso de los fertilizantes minerales que poseen distintas huellas de carbono; aplicar fuentes de nitrógeno más eficientes, tales como los nitratos, que permiten aumentar el rendimiento en cosecha y reducen el impacto medioambiental.

En algunas etapas de su ciclo de vida, los fertilizantes emiten gases de efecto invernadero (GEI), tales como CO₂ (dióxido de carbono) y N₂O (óxido nitroso). Sin embargo, los fertilizantes también estimulan la captación de CO₂ por parte de las plantas y, al impulsar mayores producciones de alimento por unidad de tierra arable, ayudan a prevenir la deforestación y evitan cambios en el uso del suelo.

Cuando los fertilizantes se fabrican con baja huella de carbono y tienen fuentes de nitrógeno más eficientes, como los nitratos producidos en plantas europeas, contaminan mucho menos el aire, mitigan el cambio climático y facilitan una mayor producción de biomasa para fuentes de energía alternativas.

El 70% de las emisiones de CO₂ que genera la producción de cereales son debidas a la utilización de fertilizantes. En el marco de la lucha contra el cambio climático, es necesario un cambio en las técnicas de fertilización en este sector para reducir el impacto sobre el medio ambiente a la vez que se mejora la rentabilidad económica de las explotaciones.

Conocer las características del suelo y analizar las necesidades de abono real, junto a técnicas de reducción del laboreo, ayudan a evitar emisiones de gases de efecto invernadero y recortan el uso de fertilizantes hasta en un 50 por ciento.

2.2- Balance de carbono

Permite contabilizar sus emisiones de gases con efecto invernadero. Así, para un proyecto específico debería ser considerado como un balance neto de todos los GEI expresados en CO₂ equivalente calculando todas las emisiones (fuentes y sumideros) con la atmósfera de interfaz y el cambio neto en las existencias de C (biomasa, suelo...). Puede realizarse a diferentes escalas, localmente para una inversión, una institución o globalmente para una región, cadena de valor, país o planeta.

2.3 Sumidero de CO₂.

Es un depósito natural o artificial de carbono, que absorbe el carbono de la atmósfera y contribuye a reducir la cantidad de CO₂ del aire. Los principales sumideros eran los procesos biológicos de producción de carbón, petróleo, gas natural, los hidratos de metano y las rocas calizas. Hoy día son los océanos, y ciertos medios vegetales (bosques en formación).

En la lucha contra el cambio climático, no sólo el ser humano trata de contrarrestar los efectos del calentamiento global con medidas de mitigación y adaptación, sino que la propia naturaleza tiene sus armas para intentar que la temperatura media del planeta no siga aumentando.

Para ello existen los sumideros de carbono, depósitos naturales (océanos y bosques) y artificiales (ciertas tecnologías y productos químicos) que absorben y capturan el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera reduciendo así su concentración en el aire.

Los océanos son considerados los principales sumideros de carbono naturales, ya que son capaces de absorber alrededor del 50 % del carbono emitido a la atmósfera. En concreto, el plancton, los corales, los peces, las algas y otras bacterias fotosintéticas son los organismos encargados de esta captura.

En el caso de los bosques y otras áreas forestales, el secuestro de carbono se realiza mediante la fotosíntesis. Las especies vegetales absorben CO₂ de la atmósfera, almacenan una parte del carbono y devuelven oxígeno a la atmósfera.

El problema de los sumideros de carbono naturales es que tienen un límite, provocando la acidificación de los océanos cuando se sobrepasa. Esta acidificación consiste en un descenso del pH provocado por la absorción de dióxido de carbono.

Los sumideros de carbono representan una ayuda importante para frenar el cambio climático pero no lo solucionan. Un sumidero de carbono no tiene por objeto reducir las emisiones de CO₂, sino disminuir su concentración en la atmósfera.

Es imprescindible el abandono de la dependencia de los combustibles fósiles y la apuesta firme por las energías renovables.

3 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEIs) EN EL SECTOR AGRARIO. PRINCIPALES FUENTES DE EMISIONES DE GEIs EN EL SECTOR AGRARIO.

Por “gases de efecto invernadero” se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y remiten radiación infrarroja.

El sector agrario es dentro del conjunto de sectores difusos, el segundo sector emisor de gases de efecto invernadero, detrás del sector transporte. La agricultura es una fuente importante de emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero. Libera grandes cantidades de dióxido de carbono a través de la combustión de biomasa, principalmente en zonas de deforestación y de pastos. Tiene la particularidad de ser el único sector capaz de producir emisiones (derivadas del uso de los combustibles fósiles, de la gestión de los suelos y del uso de fertilizantes, de la quema de residuos agrícolas, de la ganadería, de los arrozales, el encalado de los suelos y el uso de urea) pero también es capaz de ejercer de sumidero de CO₂ a través de la capacidad que tiene el suelo y los cultivos leñosos de captar CO₂.

Prácticamente la mitad de las emisiones de este sector están generadas por el uso de fertilizantes y la gestión de los suelos, mientras que la otra mitad está provocada por la ganadería (fermentación entérica y gestión de estiércoles).

Sólo el ganado representa aproximadamente la cuarta parte de las emisiones de metano a través de la fermentación intestinal y la putrefacción de los excrementos. A medida que aumente el número de cabezas de ganado se prevé un aumento del estiércol del orden del 60 por ciento para 2030.

Las emisiones generadas durante la aplicación de fertilizantes sintéticos representan aproximadamente el 13 por ciento de las emisiones de la agricultura.

La agricultura es una fuente fundamental de otro gas importante que contribuye al efecto invernadero: el óxido nitroso. Este compuesto lo generan procesos naturales pero se ve aumentado por la lixiviación, la volatilización y la escorrentía de fertilizantes nitrogenados, y por la descomposición de los residuos de cultivos y residuos animales. El ganado representa aproximadamente la mitad de las emisiones antropogénicas. Se prevé que las emisiones anuales de óxido nitroso de la agricultura aumenten en un 50 por ciento para 2030.

Otra fuente a tener en cuenta en la emisión de GEI del sector agrícola es la quema de biomasa (bosques y matorral, rastrojos, campos de caña de azúcar...) que emite metano y óxidos de nitrógeno en cantidades importantes.

4 MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE GEI, MEJORA DEL PAPEL DEL SECTOR AGRARIO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MISMO.

4.1 Medidas para la reducción de las emisiones de GEIs en el sector agrario.

A continuación se muestra un resumen de las actuaciones que se pueden llevar a cabo para reducir emisiones en el sector agrario:

4.1.1 En suelos agrícolas:

- o Uso adecuado de la fertilización: Análisis de suelo, dosis adaptadas a las necesidades de los cultivos, complementariedad del uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Formación y recomendaciones en la fertilización.
- o Siembra directa en cultivos herbáceos y técnicas del suelo sin laboreo.
- o Cubiertas vegetales en cultivos leñosos.
- o Racionalización y mejora de la eficiencia del uso del nitrógeno.
- o Utilización de fuentes de energía alternativas y/o renovables para riego.
- o Utilización de tecnologías de teledetección en la optimización del riego.
- o Empleo de sistemas de monitorización del riego.
- o Rotación de cultivos que optimicen el uso de recursos (fertilizantes, etc). Utilización y mejora de variedades tradicionales.
- o Uso de leguminosas.
- o Uso de técnicas de gestión que evitan las pérdidas de carbono orgánico de los suelos.

o Utilización de aplicaciones informáticas para la gestión ambiental sostenible en explotaciones agrarias.

4.1.2 En ganadería

o Reducción del consumo energético (aislamiento y confort térmico) en explotaciones avícolas y porcinas.

o Utilización de calderas de biomasa en explotaciones avícolas y porcinas.

o Biogás.

o Aplicación de aditivos durante el almacenamiento de purín en fosa abierta.

o Almacenamiento de purín con cubierta impermeable (caso de “balsa pulmón”).

o Almacenamiento de purín con costra natural.

o Métodos alternativos: biodigestión anaerobia (centralizada y en pequeños digestores rurales), depuración de purines, etc.

o Aplicación correcta de los purines en el suelo (inyección frente a esparcido en abanico, tubos colgantes y posterior incorporación al suelo, etc).

o Uso integral de la colza para la disminución de las emisiones GEI en la actividad agraria.

o Fermentación entérica.

o Modificación en la dieta para reducir las emisiones de metano. Utilización de bolos ruminales para el control del pH-mejora la indigestibilidad-fermentación entérica.

o Utilización de aplicaciones informáticas para la gestión sostenible de las explotaciones de pequeños rumiantes (vacuno, ovino y caprino) y monogástricos (porcino y avícola).

o Indicadores de biodiversidad en sistemas agropastorales: tarjetas de salud del suelo

4.1.3 Comunes Agricultura y Ganadería

o Sumideros de carbono verificables en suelos.

o Depuradoras de aguas residuales con algas.

o Empleo de enmiendas de cianobacterias y algas autóctonas en suelos.

o Cambio de combustible fósil por biomasa en explotaciones con necesidades de calor.

o Instalaciones fotovoltaicas en cubiertas de construcciones agrícolas.

o Banco de pruebas de tractores.

o Sistemas de comunicación y alerta a agricultores.

La mitigación del cambio climático depende en gran medida de las técnicas agrarias usadas, debido a que: si se utilizan técnicas agrarias sostenibles que implican la reducción del

uso de fertilizantes conducirá a una mayor fijación de Carbono y Nitrógeno al suelo, la gestión óptima de los estiércoles contribuye a la reducción de emisiones de metano y óxidos nitroso a la atmósfera y además ambas técnicas suponen un gran ahorro de energía.

4.2 Las técnicas agrarias específicas recomendadas para la mitigación del cambio climático son:

4.2.1 Laboreo reducido y siembra directa: laboreo superficial, perpendicular a la pendiente o no, laboreo con el objetivo de reducir la descomposición. Incremento de las cantidades de carbono en el suelo. Reducción de emisiones de GEIs mediante reducción de la aireación y la incorporación de restos de cosecha al suelo. El suelo no recibe labor alguna desde la recolección del cultivo hasta la siembra del siguiente, excepto para la aplicación de fertilizantes y el control de las malas hierbas que se realiza mediante el uso de herbicidas de bajo impacto ambiental. El Laboreo mínimo: Consiste en labrar superficialmente solo días antes de la siembra mediante la utilización de cultivadores, gradas y chisel. En el "laboreo sin inversión" el suelo se labra después de la recolección para incorporar restos de cosecha, promover la germinación de plantas voluntarias y así proporcionar cobertura en el suelo hasta la siguiente siembra. Puede ser necesario realizar uno o varios tratamientos con herbicidas de acción total para ayudar a controlar la vegetación arvense establecida hasta el momento de la siembra, así como el rebrote del cultivo precedente producido después de las primeras lluvias del periodo otoñal.

Las razones por la cual los agricultores se decantan por esta técnica hay que buscarla en el ahorro de trabajo con respecto a la siembra convencional y su traducción en el incremento de beneficios, ya que existen menos gastos (ahorro en desgastes, mantenimiento, combustible, tiempo) y prácticamente los mismos ingresos. Al argumento 'económico' se le suman otros como que esta técnica disminuye la erosión debido a que la cubierta vegetal mantiene el suelo. También se mantiene mejor la humedad, ya que los restos vegetales hacen de acolchado que impide la pérdida de agua por evaporación, además de convertirse en una fuente de materia orgánica (abono verde). Se elimina la suela de labor y se mejora la estructura del suelo y también la vida microbiana. Las grandes ventajas del sistema son la reducción del consumo energético, pero también el control eficaz de la erosión comparado con el laboreo convencional.

En resumen las ventajas de este sistema de laboreo son:

- El suelo se apelmaza menos que en el laboreo convencional pues al pasar un menor número de veces, la 'suela de labor' tarda más en formarse, si es que se forma. Además la cubierta vegetal amortigua ese paso de la maquinaria.

- Esa misma cubierta vegetal tiene efectos positivos en las propiedades físicas del suelo, conservan lo mejor la humedad y favorece la vida de microorganismos. Esto es interesante en regiones secas.
- Al no voltear el suelo en profundidad se altera menos el orden natural del suelo, evitándose la mineralización y la compactación del mismo.



Foto: siembra directa

4.2.2 Laboreo en bandas o Strip Till. El suelo no recibe labor alguna desde la recolección hasta la siembra del cultivo siguiente excepto la línea donde se va a realizar la siembra que, puede ararse antes o durante la siembra. En el mercado hay máquinas específicas para el laboreo en bandas. Están diseñadas para preparar, solamente, la línea de siembra, creando un lecho en la línea que se depositará la simiente y también el abono localizado. En un muy breve resumen son máquinas que constan de un disco abridor que corta los residuos vegetales; un desterronador que, con variados diseños, reducen los terrones en superficie; y de una reja que descompacta el suelo esponjándolo mediante la producción de tierra fina 'mullida'. La velocidad de trabajo es elevada y es habitual encontrar recomendaciones de fabricantes por encima de los 8 km/h y hasta los 12 km/h. La superficie trabajada se reduce en torno al 70-80% y eso significa reducción de costes generalizados, pero sobre todo en gasóleo representa hasta un 30% menos que con el cultivo convencional. También hay una reducción de costes en fertilización, puesto que el abono se puede depositar en línea, mucho más localizado, aunque atención porque el abono que se utiliza, integrado en la banda y en la misma pasada, es un abono de liberación controlada que tiene un precio superior. Otras ventajas radican en que el suelo conserva mejor la humedad entre las filas y no se deteriora la estructura del suelo. Además se mantiene mejor la materia orgánica y se protege contra la erosión.



Foto de siembra en bandas
(dcha)



Foto de laboreo en bandas (izq) y laboreo cero

4.2.3 Laboreo en lomos: el suelo permanece sin labrar desde la recolección hasta la siembra o la plantación, excepto para la aplicación de fertilizantes, que se realiza mediante inyección. La siembra tiene lugar en un lecho preparado en lomos o caballones formados con asurcadoras, discos aporcadores, discos de corte ondulado o escardadoras en líneas. El residuo se deja en la superficie entre lomos. El control de las malas hierbas se realiza mediante herbicidas y/o cultivadores. Los caballones son reconstruidos durante el periodo de cultivo.



Foto: laboreo en lomos

4.2.4 Cultivo de Cubiertas vegetales protectoras y/o agrosilvicultura: cultivar simultáneamente en la explotación otra especie vegetal además del cultivo con el que se complementa. Mantenimiento de vegetación espontánea. Siembra de mezcla de especies vegetales herbáceas. Siembra de leguminosas entre los árboles, de forma que las interacciones que se producen entre ellas ejerzan de nutrientes en el suelo. Ejemplos:

barbecho sembrado o con vegetación espontánea, cultivos de verano intercalados (girasol) y mantenimiento del rastrojo de la cosecha en el suelo hasta su incorporación en otoño. Se trata de la siembra de especies apropiadas o el crecimiento de vegetación espontánea entre las filas de árboles o en el periodo de tiempo entre cultivos anuales sucesivos, como una medida para prevenir la erosión del suelo y controlar el crecimiento de las malas hierbas. El manejo de los cultivos como cubierta protectora utiliza generalmente herbicidas con un impacto ambiental mínimo. La agrosilvicultura es una práctica que integra el cultivo de productos agrícolas con el de árboles, es decir, combina agricultura y silvicultura. Con ello, es posible incrementar la productividad de las tierras y además realizar un aprovechamiento sostenible medioambientalmente, la protección del suelo disminuyendo la erosión y la captura de CO₂.



Fotos con cubiertas vegetales protectoras y agrosilvicultura

4.2.5 Gestión de restos de cosecha: incorporación de restos de cosecha (paja y/o rastrojo) al suelo mediante la técnica utilizada para una mejor conservación del agua, retorno e incorporación de carbono al suelo facilitando el secuestro de carbono.

El principal residuo de los cultivos cerealísticos es la paja y los rastrojos, que presentan baja humedad, alto contenido en celulosa y alrededor de un 10% de lignina. La relación C/N es muy elevada, entre 80 y 100. La mayor parte de la paja producida se destina a la ganadería, donde se utiliza para la alimentación o como lecho. Antes de establecerse las medidas contraincendios en los ámbitos rurales, la quema de la paja junto con los rastrojos en el campo era un procedimiento bastante frecuente en el campo español. Aunque con poca frecuencia, lamentablemente, la paja, tras su acondicionamiento físico, es incorporada al suelo con los rastrojos. Otros posibles usos de la paja, aunque minoritarios son los siguientes: obtención de papel paja, obtención de glucosa y furfural, componente en la fabricación de tableros, aislante y material de relleno en materiales de construcción, cultivo del champiñón, empleo como combustible, obtención de estiércol artificial, agente de aireación y/o fuente de carbono para el compostaje de residuos pastosos o excesivamente ricos en nitrógeno.

La quema de rastrojos y de paja es una actividad poco defendible desde la óptica técnico-científica pero que ha sido bastante usual en el campo español. Como aspectos favorables de la quema se han citado los siguientes: destrucción de propágulos de malas hierbas, reducción de parásitos patógenos, restitución de minerales al suelo, eliminación rápida del residuo, etc.

La incorporación al suelo o enterrado de pajas comporta un aporte importante de materia orgánica al suelo y su posterior humificación, mejorando el balance de humus tal y como se ha comentado anteriormente, con los numerosos efectos positivos que ello conlleva, y recicla de forma natural los nutrientes asimilados por los cultivos. Antes de su incorporación al suelo la paja debe ser picada o troceada mecánicamente, con lo que se favorecerá su posterior ataque microbiano y se facilitarán las labores del siguiente cultivo. La incorporación al suelo, para su compostaje en el suelo debe ser superficial.

Dada la alta relación C/N de la paja, el enterrado conlleva inmovilización del nitrógeno del suelo, fenómeno que puede provocar “hambre de nitrógeno” en el siguiente cultivo, como se ha comentado anteriormente. Este efecto negativo puede evitarse fácilmente aportando nitrógeno (de 6 a 12 Kg por Tm de paja) a la paja en el momento de enterrarla. Los purines pueden ser un material muy interesante para esta finalidad, puesto que además de nitrógeno y otros nutrientes incorpora agua al suelo aumentando la humedad del residuo y del suelo y facilitando la descomposición de la paja.

Residuos de vegetales verdes, se trata de residuos de cultivos que se cosechan antes de la senescencia vegetal. Por este motivo los residuos presentan alto contenido en humedad y generalmente son fácilmente degradables. Comprende, entre otros, los residuos de los cultivos forrajeros y raíces o tubérculos extensivos y los que provienen de la mayoría de los cultivos hortícolas comestibles y de las producciones de flor cortada.

La mayoría de los residuos forrajeros recolectables se reciclan para la alimentación del ganado por lo que en la práctica no constituyen un residuo propiamente dicho, se considera un subproducto.

Los residuos de la horticultura comestible pueden ser incorporados en el suelo para facilitar su posterior descomposición si existe tiempo suficiente antes de iniciar el próximo cultivo. El elevado contenido hídrico de estos residuos y baja relación C/N (15 a 30) promueve una descomposición bastante rápida y, generalmente, su incorporación al suelo no conlleva el riesgo de “hambre de nitrógeno” en el siguiente cultivo.

En las explotaciones muy intensivas, y especialmente en cultivo protegido, los residuos de la cosecha de la horticultura comestible y también de la floricultura deben ser

retirados del suelo o de los sustratos de cultivo antes de iniciar el cultivo siguiente, al no existir tiempo suficiente y/o para evitar los riesgos fitosanitarios. En estos casos los residuos vegetales se amontonan al aire libre para facilitar su desecación, disminuyendo así su volumen. Posteriormente estos residuos pueden tener cuatro destinos principales: transporte e incorporación al suelo de otras fincas menos intensivas; quema “in situ”; deposición en vertederos; o traslado a plantas de compostaje para la fabricación de compost. Este último destino se muestra de especial interés puesto que permite una importante reducción del volumen (minimización del residuo) y su valorización mediante la estabilización de la materia orgánica y la higienización del producto, eliminando o disminuyendo drásticamente la posible existencia de patógenos y parásitos en el residuo inicial. El compost obtenido puede ser utilizado para su aplicación al suelo como enmienda o abono orgánicos o como sustrato o componente de un sustrato en cultivo sin suelo.

Residuos de poda de viña y frutales. Los sarmientos y la madera proveniente de la poda de la vid y de los árboles frutales presentan un contenido medio-bajo de humedad y un alto contenido en celulosa y lignina. La relación C/N de estos materiales es muy elevada, entre 150 y 250.

La mayor parte de estos residuos se quema en la propia explotación tras ser retirados del campo y en mucha menor proporción se utiliza como combustible (troncos o ramas gruesas de frutales) o para el asado de carne en barbacoas (sarmientos de vid). De forma alternativa, y con mucho mayor interés, estos materiales pueden ser aplicados al suelo para su posterior descomposición y humificación. Esta alternativa, que hace unos años era muy poco frecuente, se va implantando lentamente en la arboricultura española. La aplicación al suelo exige un tratamiento mecánico previo de troceado o picado y, si se considera necesario, de desfibrado. Este último tratamiento es especialmente interesante en troncos y ramas de mediano y gran calibre. Atendiendo a la elevada relación C/N de estos residuos es preciso aportar una fuente nitrogenada, ya sea de naturaleza orgánica (estiércol, abonos orgánicos, purines, abonado en verde) o inorgánica (abonos amoniacales o ureicos), que aceleren su descomposición. El residuo triturado puede dejarse sobre el suelo, a modo de acolchado orgánico de lenta descomposición, o proceder a su incorporación superficial en el suelo, mediante la realización la labor adecuada.

Para la gestión de restos de cosechas se requieren tratamientos mecánicos de los residuos agrícolas: Como se ha comentado anteriormente la aplicación al suelo de las pajas y otros residuos equivalentes de los cereales requiere trituración o picado y incorporación superficial. Estas dos operaciones se pueden realizar de forma separada o conjunta según disponibilidad de maquinaria y características del residuo. La rotura de la paja se realiza generalmente en el momento de la cosecha, incorporando un dispositivo picador a la cosechadora. De esta forma la paja picada queda sobre el suelo a medida que avanza la cosechadora. Posteriormente se debe realizar una labor de incorporación superficial

mediante pasa de grada de discos o labor de chisel. Una única labor de grada de discos (utilizando discos escotados) permite la rotura e incorporación de la paja en una sola labor.

La aplicación de residuos tales como los procedentes del maíz, girasol, colza, etc. se realiza generalmente utilizando gradas rotativas de eje vertical las cuales, aprovechando el movimiento transmitido por la toma de fuerza, rompen e incorporan en una sola labor el residuo, garantizando un buen contacto con el suelo. Este mismo tratamiento es adecuado para los residuos hortícolas.

Los restos de poda requieren siempre un tratamiento de fragmentación o rotura. Para esta labor se suele utilizar trituradora de restos de poda, de funcionamiento similar a una desbrozadora de martillos o mayales pesada, de reciente aparición en el mercado y muy bien adaptada para la zona olivarera del sur de España. Acoplada al tractor, el tamaño y el diámetro medio del producto obtenido es función de la velocidad de avance y del régimen de giro de los martillos. El producto resultante queda en el centro de la calle y puede ser posteriormente incorporado al suelo con grada rotativa de eje vertical o, más frecuentemente, dejado en superficie como acolchado orgánico.

4.2.6 Dosis/Tipo de fertilización: cambios en las cantidades de aplicación, en la localización o en el tipo de fertilizante como, por ejemplo, la aplicación en grietas o zonas de ruptura.

Partimos de la base que los suelos deben fertilizarse para mantener el contenido adecuado de elementos minerales que los cultivos necesitan para su correcto desarrollo a través de su absorción en el momento preciso y en las cantidades necesarias. Los suelos fertilizados garantizan una mayor producción de alimentos, abaratan el precio de los productos agrícolas y mejoran la vida del agricultor y su entorno. Además, generan una cubierta vegetal que ayuda a prevenir la erosión y degradación del suelo, evitando la deforestación. Medioambientalmente, contribuyen a reducir el cambio climático y facilitan una mayor producción de materias primas para la obtención de energías alternativas.

El futuro reglamento de fertilizantes, que sustituirá a la norma de 2003, tratará de impulsar el uso de fertilizantes orgánicos a partir de residuos animales o vegetales, dado que hasta ahora la regulación cubría principalmente a los insumos convencionales, procedentes de minas o producidos químicamente.

De hecho, incluye a todos los tipos de fertilizantes (minerales, orgánicos, enmiendas del suelo, medios de cultivo..., etc.) y promueve un mayor uso de “materiales reciclados”, así los denomina, para producir fertilizantes, contribuyendo al desarrollo de la economía circular y a reducir la fuerte dependencia de nutrientes importados de países terceros.

Además este futuro reglamento facilitará el acceso al mercado de los fertilizantes orgánicos innovadores.

Recientemente, como parte de las nuevas propuestas de la PAC post 2020, la Comisión Europea informó de una nueva herramienta informática para ayudar a los agricultores a administrar el uso de nutrientes en su explotación agraria.

Denominada FaST (herramienta de sostenibilidad de la explotación para los nutrientes), se propuso en el marco de la Buenas Prácticas Agrícolas y Medioambientales (GAEC), con objetivo de facilitar un uso sostenible de los fertilizantes para todos los agricultores de la UE, al tiempo que aumentaba la digitalización del sector agrícola.

Esta herramienta digital gratuita (https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/news/video/using_fast.mp4) proporcionará automáticamente información sobre las parcelas seleccionadas, incluidos los cultivos, el número de animales en la explotación y la cantidad de estiércol que generan.

También dispondrá de datos sobre el suelo, la proximidad de las áreas protegidas y los límites legales sobre el uso de nutrientes. Será accesible a través de móviles, PC o tabletas y el usuario puede aceptar o editar los datos proporcionados.

A partir de esos datos, el FaST propondrá un plan de gestión de nutrientes, a través de recomendaciones personalizadas sobre la fertilización de los cultivos de la explotación agrícola seleccionada.

Además de que su uso pretende contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la fuga de nutrientes en las aguas subterráneas y los ríos, esperándose resultados positivos para la calidad del agua y de los suelos, también tendrá sentido desde una perspectiva agronómica, puesto que ayudará a aumentar el rendimiento de los cultivos, a ver si se produce una fertilización excesiva, insuficiente o deficiente y actuar, en su caso, sobre el uso más eficaz y eficiente de los nutrientes.

En España, El MAPA ultimaba un paquete de medidas destinadas a la gestión integral de los estiércoles y purines, que contribuirá a la mejora medioambiental, social y económica, sin que suponga un sobre coste añadido en la actividad productiva y que a la vez contribuyan a disminuir los costes en fertilización agraria y, en algunos casos, poder ser utilizados como fuente de energía.

Estas medidas inciden, a la vez, en los proyectos normativos sobre ordenación de granjas porcinas, de vacuno y avícolas, y sobre nutrición sostenible de los suelos agrícolas, más respetuosos con el medio ambiente. Esta última disposición regulará más

concretamente la utilización de todos los aportes que el agricultor pueda hacer a los cultivos, de manera que permita aumentar la productividad de los suelos agrícolas, al tiempo que se disminuye el impacto ambiental en la aplicación de los fertilizantes, mediante la reducción de emisiones de amoníaco y el aumento del contenido de materia orgánica del suelo para contribuir a luchar contra el cambio climático.

Ya existen algunas empresas que están trabajando en la obtención de un fertilizante equilibrado y sostenible con un proceso que fomenta un uso racional del agua y que permitirá registrar los estiércoles de la actividad ganadera como fertilizante. Éste, podrá además ser comercializado como un nutriente vegetal sostenible en el mercado. Las instalaciones de tratamiento estarán ubicadas en el mismo lugar en el que se generan las deyecciones ganaderas para que el agricultor o ganadero pueda sacar de su propia materia prima un fertilizante, tan apto para el autoconsumo como para la venta.

La mala gestión de los purines o estiércoles derivados de la actividad ganadera, la dificultad para su manejo y transporte, y la alta concentración de explotaciones en regiones sin suficiente terreno próximo para aprovechar dicho purín como abono mineral, provoca la emisión de gases de efecto invernadero y la contaminación tanto de suelos como de aguas superficiales y subterráneas.

Esta solución ahorrará grandes cantidades de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Según algunos informes, la sustitución parcial de fertilizantes minerales conseguirá a largo plazo una reducción estimada de 12.290 toneladas equivalentes de dióxido de carbono al año.

Los biofertilizantes desarrollados por Symborg ofrecen múltiples beneficios:

- ☐ Mejoran la productividad de los cultivos.
- ☐ Mejoran la calidad del suelo manteniéndolo en condiciones de cultivo óptimas.
- ☐ Evitan la contaminación de cuerpos de agua.
- ☐ Ayudan a la asimilación de nitrógeno, fósforo, cobre o hierro entre otros nutrientes.
- ☐ Precisan menos energía para su producción.
- ☐ Se pueden usar en la mayoría de los suelos.

4.2.7 Rotación de cultivos: introducción de distintos cultivos en la misma parcela, a lo largo del tiempo, con el objetivo de mejorar el aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Relacionado con la asociación de cultivos y la optimización del uso de fertilizantes.

Este sistema consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en un tiempo determinado.

De esta forma se aprovecha mejor el abonado (al utilizar plantas con necesidades nutritivas distintas y con sistemas radiculares diferentes), se controlan mejor las malas hierbas y disminuyen los problemas con las plagas y las enfermedades, (al no encontrar un huésped tienen más dificultad para sobrevivir).

En esta práctica se debe evitar que se sucedan plantas de tipo vegetativo diferente pero que pertenezcan a la misma familia botánica. Los cultivos de la misma especie o familia van a consumir el mismo tipo de nutrientes y aquellos que se encuentren en la misma profundidad del suelo, ya que sus raíces alcanzarán el mismo rango de suelo al ser de longitudes similares. Además, al repetir un cultivo repetidamente favorecemos la instalación de plagas específicas ya que le ofrecemos un paraíso de alimento y refugio perpetuo.

Rotar los cultivos mejora las reservas de humus en el suelo (ya que alternamos plantas que agotan el terreno con otras que aportan más materia orgánica de la que gastan) por lo que se consigue un suelo más «vivo y sano» y se estimula la actividad de los microorganismos beneficiosos que viven en el sustrato.

La duración de la rotación es un aspecto importante: tiene que ser de un mínimo de 4 años.

Como ejemplo he de citar un estudio llevado a cabo en el campo de Navarra donde el principal cultivo es el trigo blando en secano. Las principales conclusiones que se derivan de este proyecto son las que se detallan a continuación:

1 - Las leguminosas y el barbecho son los mejores precedentes para el cultivo de trigo blando en secanos frescos, ya que además de aumentar el potencial productivo real del cultivo en más de 1 t/ha, permiten ahorrar 20-30 KgN/ha de abonos minerales nitrogenados.

2. - La avena se ha comportado como un precedente interesante (incremento de 0,8 t/ha de rendimiento) para el trigo blando, significativamente mejor que otros precedentes cereales como la cebada o el propio trigo blando. Además también ha mejorado la eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado (90%).

3 - Las oleaginosas, tanto colza como girasol son dos precedentes buenos para el trigo blando pero no permiten ahorros de nitrógeno, siendo necesarios 25-26 KgN/t de grano al igual que con los precedentes cereal. Esto puede suponer aportes totales de

nitrógeno elevados (20-30 KgN/ha más que en precedente cereal) dado que el potencial del cultivo es alto en secanos frescos con estos precedentes.

Los elementos críticos para la práctica de intercalado exitosa son:

- Evitar las superposiciones en los momentos de demanda máxima de nutrientes de los cultivos en el sistema.
- Minimizar la competencia por la luz entre los cultivos del sistema.
- Cultivos complementarios.
- Asegurar que los cultivos tengan una diferencia de maduración de al menos 30 días.

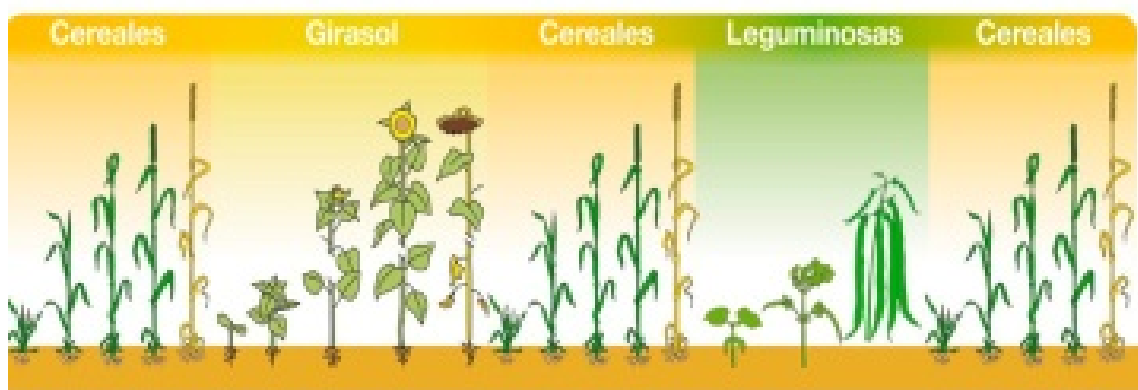
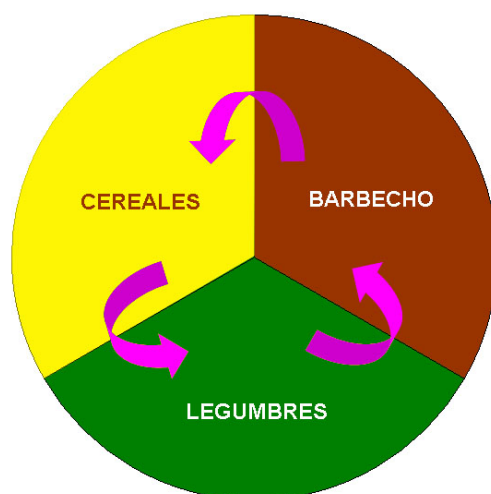


Foto de ejemplo de rotación de cultivo en un periodo de 4 años



4.2.8 Asociación con leguminosas: Los cultivos intercalados son aquellos en los que se siembran simultáneamente, en surcos independientes, dos o más cultivos en el mismo terreno. A su vez se pueden intercalar con franjas de hierba, lo que favorece un aumento de la biodiversidad. Cultivo en la misma parcela de leguminosas con el objetivo de aumentar la fijación de nitrógeno en el suelo y mejorar el aprovechamiento de los nutrientes. Desde hace cientos de años, las leguminosas han formado parte importante de la rotación de cultivos.

Las leguminosas se caracterizan por ser fijadoras de Nitrógeno. Esto quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en nitrógeno disponible para la planta. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis.

A través de su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico y solubilizar el fósforo, las legumbres contribuyen de forma natural a enriquecer los suelos con nutrientes aumentando los rendimientos de los cultivos. Esto reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos, lo que a su vez reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y reduce el riesgo de contaminación del suelo y del agua. La inclusión de los impulsos como parte de la rotación de cultivos en un sistema agrícola reduce el riesgo de erosión del suelo mejorando la estructura del suelo (estabilidad del agregado del suelo, aireación del suelo y capacidad de retención de agua del suelo). Además, legumbres ayudan a frenar las plagas y enfermedades cuando se usan como abono verde o como componentes en el cultivo intercalado, la práctica de cultivar dos o más cultivos en el mismo campo al mismo tiempo.

Estas bacterias llamadas rizobios las podemos encontrar siempre en el suelo y se “activan” cuando sembramos leguminosas. Cuando las bacterias reciben señales de que hay leguminosas en el suelo, se acercan y entran a las raíces. Se le llama simbiosis, ya que estos dos organismos se benefician mutuamente.

Existen muchas especies de rizobios, cada leguminosa trabaja con distintas. Si introducimos una nueva leguminosa a nuestra parcela, los rizomas pueden tardar un poco en generarse pero esto mejora con los años. Para ver si se forman rizomas en las raíces, debemos de observar las raíces y la cantidad de nódulos que se formaron.

Las leguminosas son el principal grupo de plantas que son capaces de fijar nitrógeno del aire en las raíces y transferirlo al suelo. Siendo que el nitrógeno es parte de la

alimentación básica de las plantas, al utilizar leguminosas estamos reduciendo la cantidad de fertilizante y beneficiando nuestro suelo. Estas plantas crecen rápido y algunas especies son utilizadas para cubrir el suelo. El sistema radicular (raíces) es muy profundo, ayudando a sostener las plantas y creando espacios en el suelo para el aire y agua.

En zonas con suelos erosionados, compactados o con poca materia orgánica, se utilizan leguminosas para formar el suelo. En la agricultura regenerativa, las leguminosas son una base importante para manejar los nutrientes en el suelo con rotaciones y asociaciones de cultivo. Además, las flores atraen a abejas e insectos benéficos, creando mayor biodiversidad en los cultivos.

Los agricultores no sólo utilizan las leguminosas para nutrir el suelo y crear mayor biodiversidad. Estas plantas cuentan con un alto contenido de proteína en las hojas y granos, siendo también utilizados para alimentar al ganado.

Al terminar el ciclo de cultivo de las leguminosas, podemos sacar una planta con la mayor parte de su raíz y observar la cantidad de nódulos que se formaron. Esos pequeños nódulos tienen almacenado Nitrógeno, así que al dejar estas raíces en el suelo, las siguientes plantas podrán utilizar este nutriente.



Foto Cultivo asociado con leguminosas

4.2.9 Cultivos leñosos: transición de cultivos herbáceos a cultivos leñosos. Ej. Restauración de setos y lindes con especies forestales o reforestación de tierras agrarias. El aumento de la superficie de cultivos leñosos como Sumidero de Carbono, al igual que el incremento de superficie forestal no tienen por objeto la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera sino disminuir su concentración en la misma.

4.2.10 Optimización de la intensidad y duración de pastoreo: realización de un pastoreo racional y equilibrado para evitar el sobrepastoreo, tratando de que los animales se alimenten de la totalidad de especies disponibles en unas tasas que garanticen la renovación óptima del mismo, y tratando de no poner en peligro la biodiversidad del ecosistema y, por tanto, mejorando la reserva de carbono en el sistema.

En el corto plazo: Al conocer la disponibilidad de materia seca y el residuo en un sistema de pastoreo rotativo, es posible predecir el consumo aparente (kg MS/ha o kg MS/día/animal); por lo tanto, se podría asignar un consumo de forraje a una cantidad exacta de animales en pastoreo.

La decisión será entonces qué superficie de pastoreo por animal se asignará en un tiempo determinado. Como se conoce la superficie del potrero y el número de animales, es posible calcular el periodo de tiempo en que se utilizará ese potrero.

El sobrepastoreo se produce cuando las plantas están expuestas al pastoreo intensivo durante largos períodos, o sin períodos suficientes de recuperación. Puede ser causado por el ganado en las aplicaciones agrícolas mal gestionadas, o por sobrepoblaciones de animales salvajes nativos o no nativos.

El sobrepastoreo reduce la utilidad, la productividad y la biodiversidad de la tierra y es una de las causas de la desertificación y la erosión. El sobrepastoreo también es visto como una causa de propagación de especies invasoras, de plantas no nativas y malezas.

El sobrepastoreo es usado como el ejemplo clásico de la tragedia de los comunes. La producción sostenible de pastizales se basa en el control de pastos, del terreno, de los animales y el comercio del ganado. El manejo del pastoreo, con la práctica de una agricultura sostenible y agroecológica, es la base de la producción del ganado basado en los pastizales, ya que afecta tanto la salud animal y vegetal, y la productividad.

El sobrepastoreo representa un riesgo ambiental por el cual la vida silvestre o el ganado se alimenta excesivamente de los pastos. También es la práctica del pastoreo del ganado en la vegetación antes de que se haya recuperado de un antiguo estado de pastoreo, también conocido como pastoreo intensivo. De lo contrario, el sobrepastoreo se produce cuando la vegetación o los pastos se retiran repetidamente de la tierra y no se le da suficiente tiempo para seguir creciendo.

El pastoreo intensivo hace que la materia residual de la planta disminuya y contribuye aún más a numerosas consecuencias negativas tanto para los animales como para la tierra. En consecuencia, el sobrepastoreo significa un serio desafío ambiental para

mantener el equilibrio natural del ganado en las tierras de pastoreo, lo que reduce la productividad, la utilidad y la biodiversidad de la tierra.

Algunas de causas comunes del sobrepastoreo son los que se detallan a continuación:

O La falta de un manejo adecuado de la alimentación de los animales y la vida silvestre en los pastos disponibles es la causa principal del sobrepastoreo. De la definición, el sobrepastoreo surge como resultado de tener demasiados animales pastando en un pedazo de tierra sin el control adecuado de la actividad de pastoreo de los animales. El hecho de no rotar a los animales en armonía con el crecimiento de los pastos es lo que constituye el sobrepastoreo.

O La sequía y la disminución de la precipitación en cualquier área significan automáticamente que el crecimiento y la supervivencia de las plantas y la vegetación se ven fuertemente afectados. El resultado directo de esto es el crecimiento atrofiado y el secado de las plantas / vegetación. En consecuencia, el riesgo de sobrepastoreo se incrementa en tales áreas sujetas a insuficiencia de forraje.

O El uso de la tierra determina significativamente la condición productiva de la tierra y la fertilidad del suelo. Por lo tanto, el uso inadecuado de la tierra, como las actividades de tala, las técnicas de agricultura de tala y quema, la minería, la **expansión urbana** excesiva y no planificada y la contaminación de la tierra disminuyen la tierra disponible para el pasto. Todas estas actividades tienen un gran impacto en la disponibilidad de plantas y forrajes al destruir sus mecanismos subyacentes de apoyo al crecimiento. En la mayoría de los casos, estas actividades se caracterizan por un aumento en las plantas o malezas desagradables y una disminución en el humus de las plantas que aumenta el potencial de un problema de sobrepastoreo.

O El exceso de existencias implica una situación en la que un pedazo de tierra está intensamente abastecido con más animales que el sitio puede soportar para una temporada de pastoreo. En la mayoría de los casos, los animales son más que la tierra promedio disponible para el pastoreo, lo que conduce a la remoción repetida del material de la planta/vegetación sin la cantidad suficiente de tiempo para que la masa de la hoja/pasto vuelva a crecer. Dicho de otra manera, los agricultores que tienen demasiada reserva no permiten que la tierra promedio se reabastezca después de una temporada de pastoreo anterior. Eventualmente, se experimenta el sobrepastoreo.

O Las técnicas de riego incorrectas en regiones áridas y semiáridas causan la acumulación de sal en el suelo. Como resultado, la disponibilidad de plantas sabrosas se ve afectada por la alteración de la composición del contenido mineral del suelo. La acumulación de sales en el suelo también conduce al crecimiento atrofiado, lo que reduce la disponibilidad de forraje. Por lo tanto, las pocas tierras de pastos que quedan son muy utilizadas, lo que crea espacio para el sobrepastoreo.

Algunos de los efectos comunes del sobrepastoreo son los que se detallan a continuación:

El sobrepastoreo no está aislado a una pérdida de ganancias para el agricultor. Puede tener efectos generalizados en nuestro ecosistema, así como nuestra capacidad para obtener alimentos. La mayoría de las personas en la sociedad occidental dependen de los agricultores para obtener sus alimentos. Por esa razón, es esencial que los agricultores sepan cómo evitar el sobrepastoreo, o se arriesgan a poner en peligro a la población humana.

O La erosión del suelo. El continuo pisoteo de numerosos animales en una tierra de forraje promedio actuará para acelerar la muerte de las plantas y la cubierta vegetal. Esto se debe a que los animales pastarán incluso en los brotes más pequeños de nuevo crecimiento. Sin las plantas o la cubierta vegetal, el suelo queda desnudo y expuesto a las inclemencias del tiempo, como fuertes lluvias y altas temperaturas que desintegran las rocas y arrastran la parte superior del suelo. Los animales también prefieren reunirse en áreas específicas, como al lado de las fuentes de agua, y dichas áreas pueden erosionarse.

O Degradación de la tierra. Los actos de compactación y erosión como resultado del sobrepastoreo pueden causar una tremenda degradación de la tierra. En las zonas más secas, la experiencia es aún peor, ya que se destruye un gran porcentaje de los pastos y la cobertura de la tierra, lo que contribuye a la progresión implacable de la desertificación. De hecho, en algunas áreas el pastoreo excesivo ha llevado a la desertificación completa. El sobrepastoreo combinado con el exceso de existencias tiene los resultados más dañinos para el medio ambiente natural del mundo. La escasez de recursos hídricos, la contaminación del agua, la degeneración de los arrecifes de coral y la eutrofización están relacionados con el sobrepastoreo. Los principales elementos contaminantes incluyen productos químicos de granja y desechos animales. El pastoreo intensivo interrumpe el ciclo del agua y disminuye la capacidad de reabastecimiento de los recursos hídricos subterráneos, ya que se utilizan cantidades sustanciales de agua para la producción de piensos.

O Pérdida de especies valiosas. La composición natural de la población de plantas y su capacidad de regeneración se ve afectada significativamente por el sobrepastoreo. Los cultivos de pastos originales están compuestos de pastos y hierbas de alta calidad con un gran valor nutricional. Cuando los animales pastan intensamente en tales pastos, incluso las reservas de raíces que contienen el alimento de reserva o la capacidad de regeneración se arruinan. Una vez en ruinas, algunas otras especies más adaptables, como las malezas y las plantas desagradables ocupan su lugar. Estas especies de plantas secundarias tienen menos valores nutricionales y, debido a que son altamente adaptables, reemplazan a las especies nativas, lo que provoca la pérdida de valiosas especies de plantas.

O Escasez de alimentos/hambre. Como se mencionó anteriormente, el sobrepastoreo es un **contribuyente principal** a la desertificación, ya que convierte las tierras cultivables o de pasto en tierras improductivas. Por lo tanto, el suelo resultante no es adecuado para cultivar alimentos, ya que pierde sus nutrientes esenciales. La pérdida de productividad de la tierra da como resultado directamente la pérdida de alimentos

disponibles para el consumo. Esto aumenta la reducción del suministro de alimentos y si el crecimiento de la población todavía está registrado, causa hambre y desafíos económicos.

O Muerte de personas y ganado. Los efectos a largo plazo del sobrepastoreo son la escasez de alimentos que puede hacer que las personas y el ganado mueran de hambre. Sin pasturas suficientes para el pastoreo del ganado, el ganado carece de los nutrientes necesarios para la supervivencia. Las deficiencias de nutrientes hacen que los animales no puedan ganar peso de manera adecuada para su etapa productiva y su vida, lo que reduce sus posibilidades de supervivencia. Los niveles de supervivencia humana, el bienestar y la salud también se ven afectados cuando hay un suministro inadecuado de alimentos para el consumo. Los resultados finales son el hambre aguda y la muerte de las personas y el ganado.

El sobrepastoreo conlleva en forma resumida los siguientes impactos ecológicos:

- O Aumento de la erosión del suelo.
- O La reducción de la profundidad del suelo. La pérdida de profundidad del suelo y materia orgánica toma siglos en corregir. Su pérdida es crítica en la determinación del agua del suelo y la capacidad de retención, así como lo hacen las plantas forrajeras durante el tiempo seco.
- O Reducción de la materia orgánica del suelo.
- O Reducción de la fertilidad del suelo pueden afectar la productividad futura de la tierra. La fertilidad del suelo a veces puede ser mitigada mediante la aplicación adecuada de cal y fertilizantes orgánicos.

Algunas soluciones que se plantean para evitar el sobrepastoreo son las que se detallan a continuación:

Si permitimos que el sobrepastoreo no se marque, eventualmente eliminará la totalidad de las tierras de cultivo que tenemos disponibles. Después de eso, es solo una cuestión de tiempo antes de que el ganado comience a agotarse y el hambre comience. Afortunadamente, hay varias formas responsables de cultivar ganado y evitar el sobrepastoreo. El sobrepastoreo no es una parte necesaria de la agricultura. Si se hace correctamente, deberíamos poder usar un lugar particular de tierra para la agricultura sin enfrentarnos a una situación de sobrepastoreo.

O Manejo adecuado de los animales. Tanto como el sobrepastoreo está asociado con la cantidad de animales, se trata más sobre el manejo de los animales. Hay varios métodos de manejo del pastoreo para elegir que pueden ofrecer soluciones efectivas para el sobrepastoreo. Los ejemplos son el pastoreo rotativo, celular y de la mafia. Simplemente depende de los encargados del pastoreo tomar las medidas adecuadas para garantizar que estas prácticas de manejo se utilicen de manera efectiva.

Cada técnica de manejo del pastoreo está diseñada para satisfacer diferentes situaciones y, si se utiliza bien, puede ayudar fuertemente a restaurar el crecimiento de la planta durante todo el año. El manejo adecuado de los animales también tiene el potencial

de mejorar totalmente las condiciones de las tierras de pastoreo a través de la mejora de la producción de pastos y la salud del suelo.

O Gestión del uso del suelo. La gestión del uso de la tierra implica la evaluación adecuada de los diversos usos de la tierra y las implicaciones de las actividades humanas en la tierra. Los factores locales y regionales, como la aridez y los patrones de lluvia, también deben considerarse antes de emprender cualquier implementación de desarrollo o explotación de la tierra. La planificación urbana adecuada y la configuración de la industria deben estar de acuerdo con las políticas ambientales actualizadas sobre urbanización sostenible, construcción industrial y prácticas agrícolas. Esto evita la sobreexplotación de las tierras cultivables disponibles y los pastos verdes y permite políticas de control más fáciles en el exceso de existencias. El uso de medidas de conservación del suelo y silvopastoralismo, junto con la restricción de ganado controlada desde áreas sensibles y los esquemas de pago para el uso de la tierra basado en el ganado también puede ayudar a reducir y revertir los efectos del sobrepastoreo. Necesitamos trabajar juntos para asegurarnos de que estamos aprovechando al máximo un área en particular. Por supuesto, necesitamos lugares para vivir, pero no deberíamos sacrificar exuberantes pastos para la vivienda mientras relegamos tierras óptimas para la agricultura.

O Prácticas de pastos sostenibles. Las prácticas de pastos sostenibles pertenecen a la producción de pastizales de una manera bien administrada y controlada. El concepto se basa simplemente en el manejo de pastizales, manejo de animales, manejo de tierras y comercialización de ganado. Cuando el manejo del pastoreo se combina con las prácticas agroecológicas y la agricultura sostenible, da lugar a la producción pecuaria basada en pastizales más adecuada porque fomenta la productividad animal y vegetal y la buena salud. Algunos de los novedosos e impresionantes modelos de pastoreo sustentable y sistemas de manejo que intentan disminuir o terminar el sobrepastoreo incluyen la permacultura y el manejo holístico del ganado. Afortunadamente, muchos agricultores están optando por la sostenibilidad en lugar de ganancias a corto plazo. Se debería recompensar a esos agricultores y compañías locales con su negocio, lo que les permitirá continuar cultivando alimentos sostenibles para nuestro consumo.

Las soluciones para el sobrepastoreo se pueden resumir de la siguiente manera:

O Evitando el acto de pastoreo demasiado temprano, puede tener la reserva en la estación lluviosa (primavera) para que haya suficiente hierba en los períodos secos (verano)

O El uso de una tabla de pastoreo puede ayudar a planificar cómo implementar el pastoreo rotativo

O Monitoreo de patrones de lluvia y el crecimiento de los pastos.

O Mantenimiento y manejo de residuos de pasto apropiados en el área de pastoreo.

O Al tomar decisiones de manejo de pastos sostenibles en condiciones de clima seco, esto puede lograrse inclinándose cada vez más sobre las prácticas de pastos sostenibles.

O Prácticas adecuadas de manejo del uso de la tierra.



Foto de sobrepastoreo

4.2.11 Gestión de estiércoles: conjunto de operaciones (recogida, almacenaje, tratamiento, aplicación al suelo, etc) realizados a los purines con el objetivo de optimizar su aprovechamiento minimizando las emisiones de Metano (CH_4) y Nitrógeno (N_2O) a la atmósfera. Una gestión inadecuada de los purines puede tener importantes efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente, ya que puede vehicular patógenos y otros contaminantes como nitratos, metano y otros gases nitrogenados. No obstante, debido a su composición rica en materia orgánica y elementos fertilizantes, los estiércoles tienen un gran valor como abono en suelos agrícolas, siempre y cuando se adopten las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua con nitratos por sobrefertilización.

El purín sea cual sea su origen (porcino, bovino, ovino, caprino, aviar) en su composición, presenta una carga orgánica que por ley se impide su vertido a cauce o aplicación directa a campo. Una opción es la implantación de una estación depuradora para su tratamiento, pero su alto coste (1 millón de euros aproximadamente) impide el acceso a esta tecnología.

Con el Real Decreto 980/2017 con el que se modifican los Reales Decretos del 2014 (1075/2014, 1076/2014, 1077/2014 y 1078/2014), aplican una nueva normativa para la distribución de purines y efluentes provenientes de explotaciones ganaderas. Este endurecimiento afecta tajantemente al sector ganadero, sector que ya tenía problemas para gestionar las grandes cantidades de purín que se generaban. Sobre todo, el ganado porcino que genera mayor cantidad de residuo líquido.

Extracto Real Decreto 980/2017

“ La aplicación de purín en las superficies agrícolas no podrá realizarse mediante sistemas de plato o abanico ni cañones...” “los estiércoles sólidos deberán enterrarse después de su aplicación...”. Esto quiere decir que ya no se podrá esparcir en sistemas de plato, abanico ni cañones, para evitar la contaminación atmosférica. Esta legislación tiene como objetivo acabar con el uso del purín de modo directo en cubas. Quien no cumpla la

nueva reglamentación, no podrá beneficiarse de las subvenciones y ayudas de la PAC (política agraria común).

La producción de biogás con residuos provenientes de cualquier actividad ganadera (cerdo, vaca, oveja, cabra, pollos), se presenta como la solución para el tratamiento y gestión sostenible de los estiércoles líquidos, adecuándose a la normativa actual y a las previsibles legislaciones más restrictivas, que se avecinan como consecuencia de la transposición de las leyes comunitarias.

Con la generación de biogás se reduce el impacto ambiental de las explotaciones agropecuarias sobre la zona en que están implantadas, y mejora su aceptación social.

Ventajas de una planta de biogás, explicadas punto por punto

Autonomía energética, consumidores sin punto de enganche a la red podrán tener suministro gracias a la energía generada con recursos propios, lo que redundará en una mejora real del aprovechamiento de fuentes renovables. Generación de energía térmica (calor) con múltiples usos posibles en la explotación. Desde el enfriamiento de la leche en una explotación láctea al suministro de agua caliente sanitaria.

Disminución del volumen del efluente, y reducción de costes de gestión del digerido líquido. En el proceso biológico de la generación de biogás se reduce la carga orgánica del purín, y con esto aumentan los metros cúbicos por hectárea legalmente aplicables. Pudiendo aplicar más cantidad en las parcelas próximas adonde son generados los purines, ahorrando combustible y horas/hombre.

Para abaratar los costes de aplicación al campo, es necesario reducir su volumen. Entonces, aprovechando la energía térmica que genera la planta de biogás, podemos **concentrar por evaporación el digerido**, haciéndolo más rico en nutrientes, de menor coste de transporte (por unidad fertilizante).

El tiempo que el purín se haya en la planta de biogás está sometido a un “compostaje anaeróbico” que acaba con un alto porcentaje de los patógenos, semillas y otros componentes no deseables que presentaba el purín previo a su fermentación.

Obtención de un subproducto sólido compostado con sus nutrientes (C, N, P, S, K) estabilizados lo que aumenta su valor agronómico. Obtención de un líquido que (previamente certificado ante administración) pasa de ser un mero purín a un fertilizante susceptible de ser catalogado como ecológico.

Se están estudiando otras formas de hacer que los purines no representen una amenaza para el medioambiente. El Grupo Operativo liderado por ASAJA Murcia en colaboración con ASAJA nacional, el CEBAS-CSIC (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura), NUNSYS (empresa tecnológica) y Cerrocuadrado Agrícola estudia una de las más novedosas propuestas que es el proceso de desodorización del purín en la propia explotación ganadera junto con una pionera técnica de convertir los purines en un gel que permita su aplicación directa en campos de cultivo liberando lentamente su poder fertilizante.

Por otro lado también se plantea en otras partes de España la creación de centros gestores de purines como la pieza clave para garantizar el sistema de gestión de estos residuos durante todo el ciclo del purín, comprendiendo desde su recogida en las explotaciones agrícolas, transporte, tratamiento y almacenamiento hasta la aplicación como fertilizante en las parcelas agrícolas. Así se sustituye la fertilización mineral, que tiene impacto, por la fertilización orgánica "con nuestros propios residuos ganaderos".

Estos centros gestores podrán ser de una entidad pública o privada autorizada y registrada por la administración. De esta manera, no podrá ser centro gestor el titular de una explotación ganadera.

Con la creación de estos centros se pretende evitar la contaminación de los acuíferos y suelos por los nitratos de los purines, garantizando además la sostenibilidad del sector y ayudando a ser una solución para afrontar los retos del cambio climático, al evitarse a su vez las emisiones a la atmósfera.



Foto de aplicaciones del estiércol

4.2.12 Renovación óptima del pasto: ordenación del pastoreo con el objetivo de reducirlo en periodos húmedos para disminuir, principalmente, las emisiones de Nitrógeno (N₂O).

Uno de los puntos fundamentales que contribuyen a aumentar la productividad y la conservación de los recursos suelo y agua, en áreas ganaderas, es evitar que el ganado esté caminando libremente en busca del alimento y del agua. Lo anterior requiere tener los animales geográficamente bajo control, pero con buena disponibilidad de forraje y agua, en cantidad y calidad, para que puedan satisfacerse en poco tiempo y en menor espacio. Con estos requerimientos satisfechos, el ganado puede nutrirse mejor, ahorrar energía y no destruir el pasto y el suelo.

Para lograr este objetivo, es condición primaria y fundamental la división del área de pastos en apartos. Consiste básicamente en dividir el área total en otras más pequeñas, con el fin de posibilitar:

- o El pastoreo rotacional programado y controlado, según la especie de pasto, el período del año, la carga animal, entre otras variables. De esta manera el ganado pasta en un aparto mientras los demás apartos permanecen cerrados, recuperándose para un nuevo pastoreo.

- o La recuperación del pasto que ha sido utilizado, cuyo período de descanso es definido por el nivel de pastoreo que ha sido dado, por la curva de crecimiento de la especie de pasto en las condiciones edafoclimáticas locales y por el nivel de fertilización que se emplea en el sistema de producción.

- o Las renovaciones y el mejoramiento del pasto sin el ganado presente.

- o Las rotaciones de área entre agricultura (cultivos) y ganadería de manera más fácil y planificada a largo plazo, principalmente en aquellos sistemas de producción mixtos, donde los cultivos son muy susceptibles a plagas y enfermedades y por eso, necesitan estar cambiando frecuentemente de áreas de siembra.

4.2.13 Restaurar tierras degradadas: Dentro de los principales cambios que se producen en los suelos degradados se pueden mencionar los siguientes:

- Pérdida de la estructura del suelo y por ende descenso de la porosidad y del grado de aireación.
- Compactación y encostramiento de la capa superficial del suelo.
- Disminución de la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en una reducción de la cantidad de agua útil para las plantas.
- Reducción de la velocidad de infiltración de agua lluvia.
- Menor disponibilidad de macronutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno asimilable).
- Descenso de las poblaciones de microorganismos del suelo.

La aplicación de una enmienda orgánica, mejora del pH del suelo mediante la adición de calcio, junto con el uso de micorrizas son herramientas claves destinadas a recuperar la estructura y capacidad biológica del suelo, permitiendo así frenar el avance de la erosión y la desertificación.

Algunas medidas para recuperar una tierra degradada, se detallan a continuación:

Enmienda orgánica. Un suelo con bajo contenido en materia orgánica y por ende con escasa actividad microbiana determinan una baja calidad y fertilidad edáfica, lo que finalmente dificulta la instauración de una cubierta vegetal. En estos suelos degradados, el modo más eficaz de emprender su recuperación, previo a la introducción de cualquier especie vegetal, es la mejora de su calidad mediante la incorporación de una enmienda orgánica.

La introducción de un enmendante orgánico en el suelo promueve el desarrollo de reacciones químicas, físico-químicas y procesos microbiológicos. Estas reacciones conducen a modificaciones en las características físicas del suelo, lo que se manifiesta en aumentos de la capacidad de retención de agua, infiltración, porosidad y estabilidad estructural (Roldán et al., 1996).

En este contexto, es necesario destacar que las zonas árida y semiáridas presentan la dificultad añadida de la escasez de recursos hídricos, por lo que cualquier acción tendiente a mejorar la estructura del suelo redundará en una mayor disponibilidad de agua para el desarrollo de los procesos biológicos.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) constituyen una importante fuente de materia orgánica, por lo cual se deben aprovechar las ventajas que nos ofrece, es decir, ser un material de bajo costo, fácilmente disponible, su producción es permanente y además, sus efectos positivos en el suelo perduran en el tiempo (Figuerola, 2002).

Como el residuo supone una pérdida de energía de nuestro ecosistema y su acumulación tiene un efecto contaminante, una vía de tratamiento de los RSU en productos aceptables para la utilización en el sector agrícola o forestal es someterlos a un proceso de compostaje. El producto así obtenido, compost, presenta una materia orgánica estable, elementos nutritivos directamente asimilables por la planta y se puede aplicar al suelo sin riesgo de fitotoxicidad.

Micorriza. Es un término que hace referencia a la asociación establecida entre hongos y raíces, considerada como una simbiosis mutualista multifuncional, cuyos efectos no se restringen sólo a la nutrición de los cultivos, sino que incluyen también beneficios en

términos del uso sostenido del suelo y la conservación de la diversidad biológica. Cabe mencionar que los hongos formadores de micorrizas o micorrizógenos son uno de los principales grupos de microorganismos beneficiosos para mejorar el establecimiento y desarrollo de las plantas.

Las ventajas que proporciona el hongo a la planta son diversos, destacando por su importancia: La absorción de agua y nutrientes, gracias al hecho de que el micelio fúngico al constituirse en una extensión de raicillas explora un mayor volumen de suelo que una raíz sola, permitiendo la captación de los nutrientes más allá de la zona de agotamiento de las raíces (Jacobsen, 1992), efecto particularmente importante en zonas donde las precipitaciones varían tanto en el tiempo como en el espacio.

En las plantas micorrizadas se produce un aumento del contenido de agua, debido posiblemente a un incremento de la conductividad hídrica de la planta o a una disminución de la resistencia al flujo de agua a través de ella o es una respuesta secundaria, consecuencia de la mejora de la nutrición o de algún cambio fisiológico en la planta hospedadora que, indirectamente, incrementa la resistencia a la sequía (Augé, 2001). Sin embargo, las mejoras de las micorrizas no se limitan sólo al ámbito de la nutrición mineral, sino que las plantas reciben beneficios adicionales tales como resistencia a diversas situaciones de estrés: sequía, salinidad, metales pesados, resistencia de las plantas a los ataques de patógenos (Pythium, Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia).

Cabe señalar que esta resistencia o tolerancia no es generalizable, ya que la efectividad varía con el hongo micorrícico, el patógeno implicado, el sustrato de crecimiento y las condiciones ambientales. También hemos comprobado que los hongos micorrizógenos producen un efecto positivo sobre las características edáficas influyendo en la estabilidad física del suelo ya que facilitan la agrupación de las partículas (Caravaca et. al, 2002; Figueroa et. al, 2002).

En definitiva, las hifas de los hongos en conjunción con otros microorganismos del suelo, contribuyen a la formación de agregados estables necesarios para mantener la estructura y por lo tanto, la Calidad del Suelo. Como perspectiva de futuro el manejo de los hongos micorrizógenos debe permitir y potenciar el desarrollo de una agricultura sostenible. La simbiosis micorrícica podría ser una alternativa al uso de la fertilización química, evitando así los factores de riesgo como salinidad, fitotoxicidad, contaminantes orgánicos y metales pesados que muchas veces limita la utilización de estos productos químicos en los distintos programas de producción frutícola, hortícola u ornamental.

Finalmente, se debe tener en cuenta que los beneficios de las micorrizas no sólo se restringen al ámbito de la productividad y optimización fisiológica en el vegetal, sino que engloban una serie de ventajas medioambientales.

Mejorar el pH del suelo. El pH es una característica que tienen todos los suelos y se expresa con cifras que van desde el 1 al 14, aunque generalmente se mide en una escala que va desde el 3 hasta el 9. Si los suelos están ácidos, quiere decir que tienen un pH menor a 7; si tienen uno igual a 7, tienen un pH neutro (nivel óptimo); y si cuentan con un pH mayor a 7, se trata de suelos básicos o alcalinos.

Cuando los suelos están degradados quiere decir que se han perdido sus bases (calcio, magnesio, potasio) y se ha producido una concentración de hidrógeno, lo que fomenta su acidificación. Para corregir esta falencia, además de utilizar materia orgánica, se puede recurrir al uso de otros productos como el carbonato de calcio o el hidróxido de magnesio, ambos ricos en calcio. “Lo que hay que hacer es aplicar calcio para que se desplace el hidrógeno que está presente en el suelo dentro del complejo de cambio. Al desplazarse, se va acercando al punto neutro. Si se tiene un pH 5 se pasa a 5:3, aunque no es algo instantáneo, requiere tiempo”. Es importante corregir esta deficiencia, ya que cuando los suelos tienen un pH ácido, las plantas presentan mayor dificultad para tomar los nutrientes de la tierra producto de que estos se vuelven insolubles. Subsanan esta situación dependerá de que el pH sea lo más cercano al neutro posible. “Mientras más ácido tengo mi suelo, más insolubles serán los nutrientes para mis plantas, por tanto no los podrán tomar. Entonces se puede dar el caso de que si uno hace un análisis de suelo, se cometan errores como realizar aplicaciones de fósforo cuando el pH está ácido, siendo que las plantas no lo pueden absorber. Se debe saber de forma previa, que hay que subir el pH y eso se hace con calcio y materia orgánica. Con ello tenemos la seguridad de que los cultivos tomarán los elementos”.

Los productos en base a calcio se pueden esparcir en el suelo a través de trompos labradores o rastras de discos, en dosis de 5 - 10 mil kilos/ha de forma aproximada. Sin embargo, todo dependerá de los datos que arrojen los análisis de suelos.

Algunos expertos aseguran que en principio es posible recuperar cualquier tipo de suelo degradado. No obstante, es importante tener en cuenta que en los estados de degradación extrema, como cuando existe una cárcava junto a la otra, es muy difícil y costoso devolverle la fertilidad a esa tierra.

“Cuando está comenzando la erosión o existe una erosión media es posible realizar obras de recuperación”.

Hay que comprender que los procesos de recuperación de suelos son lentos y representan una tarea de largo plazo, lo que no se encuentra en sintonía con la velocidad en que se mueve el mercado ni con sus exigencias.

“Hay que invertir en métodos para producir de forma sustentable, aunque sea un proceso lento”.



Foto de tierra degradada

4.3 Efectos positivos y negativos sobre el medio ambiente de las medidas propuestas para la reducción de las emisiones de GEIs en el sector agrario.

AGRICULTURA	Posibles efectos positivos sobre el medio ambiente	Efectos negativos sobre el medio ambiente
1. Cubiertas vegetales	- Captación de CO₂. - Incremento de la biodiversidad. - Freno de la erosión. - Reducción de la contaminación de las aguas por herbicidas.	- Incremento de plagas específicas y adventicias.
2. Laboreo reducido	- Captación de CO₂. - Reducción de los procesos de oxidación y, en consecuencia, liberación de CO₂ a la atmósfera. - Aumento de lluvia efectiva (menos escorrentía). - Menor erosión del suelo.	- Plagas, enfermedades, proliferación de adventicias.
3. Utilización de restos de cosecha/poda	- Captación de CO₂. - Menor contaminación. - Ciclo cerrado (disminuyen los desechos con buena gestión) - Menor coste de transporte y ahorro energético. - Ahorro de la energía necesaria en la producción de agroquímicos.	- Coste energético de picado y troceado
4. Optimización del uso de fertilizantes	- Menor contaminación. - Frena la pérdida de minerales (lixiviación) mediante calendarios adecuados. - Ciclo cerrado (se aprovechan residuos de las explotaciones). - Menor coste de transporte. - Menor utilización de fertilizantes.	- Puede ser altamente contaminantes (si no hay buena gestión y almacenaje)

	- Ahorro energético. - Mejor calidad del agua. - Ahorro de la energía necesaria en la producción de agroquímicos.	
5. Rotación de cultivos	- Incremento de la biodiversidad. - Mayor aprovechamiento de nutrientes en suelo. - Menores plagas específicas: control de plagas (policultivo). - Menor agotamiento de la fertilidad del suelo. - Fijación de nitrógeno atmosférico. - Ayuda a reducir las pérdidas de nitrógeno en el suelo. - Aumento de la biomasa subterránea (capacidad de retención de carbono). - Ahorro energético.	- Ninguno
6. Asociación de leguminosas	- Aumento de carbono en suelo y de nitrógeno atmosférico por el cultivo (rizobium) - Ahorro energético (no uso de fertilizantes de síntesis). - Menor contaminación de aguas y de la atmósfera.	- Ninguno
7. Plantación de cultivos leñosos	- Aumento de CO₂. - Incremento de la biodiversidad. - Freno de la erosión del suelo. - Conservación del paisaje. - Ciclo cerrado de energía.	- Ninguno
GANADERIA	Posibles efectos positivos sobre el medio ambiente	Efectos negativos sobre el medio ambiente
8. Optimización de la intensidad del pastoreo	- Biodiversidad - Mejora de la reserva de carbono en el suelo. - Mayor aprovechamiento de los recursos naturales.	- Ninguno
9. Gestión de estiércoles y purines	- Menor contaminación de suelo y agua. - Aumento de la calidad de los suelos. - Producción de energía limpia.	- El abono animal puede ser altamente contaminante (si no hay buena gestión y almacenaje)
10. Renovación óptima del pasto	- Incremento de la biodiversidad. - Mayor aprovechamiento de los recursos naturales	- Ninguno

4.4 Medidas para la mejora del papel del sector agrario como “Sumidero de CO₂”

Sabemos que los *gases de efecto invernadero* (GEI) se dispersan homogéneamente en la atmósfera y crean una alteración en la composición de la misma de carácter global. Los impactos derivados de dicha alteración tienen, en consecuencia, un alcance mundial, afectando a la humanidad en su conjunto y a la totalidad de los ecosistemas y biodiversidad de la Tierra. Este carácter global, hace que los *sumideros que capturan y almacenan CO₂* (CAC) en cualquier lugar, desempeñen un importante papel al retirar de la atmósfera parte de las emisiones procedentes de cualquier otro lugar.

Los sumideros de carbono son depósitos naturales o artificiales que ayudan a absorber el CO₂ y limitar las emisiones contaminantes.

Una alternativa muy interesante es utilizar la agricultura como sumidero de CO₂. La agricultura es un sector estratégico básico para la producción de alimentos, pero al mismo tiempo es un sector multifuncional que, gracias a sus activos, contribuye al desarrollo sostenible en el medio rural y aporta destacados beneficios ambientales. Los cultivos evitan la desertificación, son emisores de oxígeno a la atmósfera, ayudan a regular el clima y la hidrología y, sobre todo, actúan como *sumidero de CO₂*.

«Además de mitigar el cambio climático, la acumulación de carbono en el suelo mejora la estructura y la calidad del suelo, lo que ayuda a la agricultura a adaptarse al cambio climático. El suelo que está en buenas condiciones también es más productivo y brinda beneficios económicos a los agricultores»

Los árboles y cultivos agrícolas, y la vegetación en general, por su capacidad fotosintética, remueven o retiran CO₂ de la atmósfera, almacenándolo y actuando así como sumideros. Gracias al CO₂ fijado se producen los alimentos y subproductos agrícolas. Muchas especies de interés agrícola se caracterizan por poseer una alta velocidad de crecimiento, incluso superior a la de numerosas especies de vegetación de tipo natural, lo que se traduce en una mayor tasa de fijación de CO₂.

Un aspecto importante del comportamiento de los sumideros, es el tiempo de permanencia del carbono almacenado o retirado de la atmósfera, ya que el CO₂ removido por un sumidero puede volver a la atmósfera por diversos mecanismos, como por ejemplo los incendios de bosques.

La agricultura no se diferencia mucho de un bosque, parte del CO₂ que fija la planta queda almacenado en el suelo gracias a sus raíces, comportándose como un sumidero a largo plazo, mientras que el CO₂ necesario para el carbono contenido en la cosecha y subproductos se comporta como un sumidero temporal. Pero este sumidero temporal tiene

un importante papel en las políticas de mitigación del cambio climático, ya que, la fijación por la planta y la consecuente remoción o retirada de CO₂ de la atmósfera se renueva año a año.

Relacionada con el concepto de sumidero temporal está el de emisión evitada. Por ejemplo, las podas y otros subproductos se pueden utilizar como biomasa evitando la emisión de CO₂ de los combustibles a los que sustituyen. Por tanto, la adecuada gestión de los cultivos agrícolas puede conducir, en muchos de ellos, a un almacenamiento neto de CO₂, una vez descontadas las emisiones realizadas para labores de campo, manipulación y transporte.

Este almacenamiento neto o capacidad de sumidero varía de unos cultivos a otros dependiendo de su tasa de fijación de CO₂ y del nivel de emisiones realizado que, a su vez depende de las prácticas agrícolas utilizadas. La mayor parte de los cultivos agrícolas en el área mediterránea y especialmente los frutales, como veremos más adelante, deben considerarse auténticos sumideros temporales de CO₂.

Agricultura murciana como sumidero de CO₂ es una iniciativa institucional para impulsar la colaboración colectiva en la mitigación del cambio climático. La agricultura de la Región de Murcia es una de las más rentables de España y de Europa, debido a su alta productividad. Es una agricultura que está basada en la calidad, la seguridad y el compromiso con el medio ambiente.

La agricultura murciana, por su eficiencia y benignidad de su clima, se caracteriza por una escasa dependencia de factores energéticos, por eso muchos de los cultivos de las más de 150.000 Ha de regadío, tienen un balance de carbono positivo (comportándose como sumidero de CO₂) incluso teniendo en cuenta las emisiones derivadas del procesado y transporte al centro de Europa de los productos.

A modo de resumen, con esta iniciativa se persigue un doble objetivo; por un lado *incrementar la capacidad sumidero* de la agricultura de la Región de Murcia, y por otro, incentivar la *ecoeficiencia*, ligada a una economía baja en carbono, en el sector agrícola, aprovechando la motivación vinculada a las ventajas competitivas de la responsabilidad ambiental y a la reducción de costes, que supone la incorporación de buenas prácticas a la producción agrícola, de manera que se consiga una reducción de las emisiones de los GEI.

Como hemos desarrollado en puntos anteriores de este proyecto existen varios métodos prácticos para el secuestro de carbono.

Existe la necesidad de considerar las demandas especiales locales y regionales, y deben mejorarse los métodos para medir el carbono, aumentar la investigación y tener

efectos prácticos en la actividad agraria. También debe respaldarse el desarrollo de innovaciones al respecto.

Los pastos, la rotación de cultivos, el mínimo laboreo, la siembra directa, la forestación y la agro-silvicultura se destacaron como acciones concretas para este secuestro de carbono en varias de las discusiones.

«También debemos recordar que la tarea principal de los agricultores es producir alimentos. Necesitamos encontrar soluciones de beneficio mutuo, que favorezcan tanto a los agricultores, como a la Naturaleza para mantener una agricultura comercialmente viable»,

La reforma de la PAC es una oportunidad para que los Estados miembros apoyen el secuestro de carbono del suelo y otras medidas ambientales en la agricultura, a través de medidas nacionales de ayuda. Además, la reforma incluye requisitos obligatorios para que todos los Estados miembros promuevan, por ejemplo, el buen estado del suelo y la preservación de las reservas de carbono del suelo.

La **agricultura ecoeficiente** posee la capacidad de llegar a tener un balance positivo de carbono retirando CO₂ de la atmósfera, utilizada aisladamente e individualmente por algunas empresas productoras, quedaría como un simple gesto de responsabilidad de escasa utilidad práctica.

Cada vez más, tanto las empresas como los consumidores están presentando una tendencia creciente hacia el desarrollo sostenible y ecológico a favor del cuidado del planeta, y una de las actividades productivas más afectadas es el sector de la agricultura. Ya son varios profesionales los que señalan que la agricultura del futuro será una agricultura que esté condicionada a la sostenibilidad, y no parecen ir mal encaminados cuando estudios recientes afirman que España ocupa el primer lugar en superficie de agricultura ecológica en la Unión Europea y la quinta posición mundial. Este repunte en la agricultura sostenible también es ocasionado a que los consumidores presentan cierta propensión creciente a consumir productos orgánicos. Sin duda algunos influenciados por la información masiva que se ha difundido en la última década, dando a conocer la toxicidad de algunos de los productos utilizados en la agricultura moderna.

Para entender los objetivos que persigue la agricultura ecológica, también conocida como biológica o sostenible, podemos dividirlos en dos vertientes: por un lado encontramos la vertiente medioambiental, en la que se persigue que los sistemas de producción sean compatibles con el entorno en el que se encuentran, aprovechando eficazmente todos los recursos disponibles y evitando o minimizando la producción de residuos tóxicos; mientras que la otra vertiente es la socioeconómica, donde el objetivo fundamental es abastecer a la demanda del mercado, manteniendo o incrementando las cantidades producidas, y que el

producto no termine encareciéndose excesivamente a causa de las condiciones de producción.

Recapitulando, la agricultura sostenible es un conjunto de técnicas y políticas aplicadas a la producción agroalimentaria que persiguen minimizar el impacto medioambiental, tanto a corto como a largo plazo, así como abastecer a toda la demanda del mercado en cuanto a cantidad y a calidad. Una de las claves es la utilización de abonos y fertilizantes de origen orgánico, mineral o vegetal.

Las principales características de la agricultura sostenible son las siguientes:

- Los sistemas de producción y las políticas e instituciones que sustentan la seguridad alimentaria mundial son cada vez más insuficientes.
- La agricultura sostenible debe garantizar la seguridad alimentaria mundial y al mismo tiempo promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales.
- Para ser sostenible, la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica.
- Para conseguir la transición global a la alimentación y la agricultura sostenibles, es imprescindible mejorar la protección ambiental, la resiliencia de los sistemas, y la eficiencia en el uso de los recursos.
- La agricultura sostenible requiere un sistema de gobernanza mundial que promueva la seguridad alimentaria en los regímenes y políticas comerciales, y que reexamine las políticas agrícolas para promover los mercados agrícolas locales y regionales.

La actual trayectoria de crecimiento de la producción agrícola es insostenible, debido a sus impactos negativos sobre los recursos naturales y el medio ambiente. Una tercera parte de la tierra agrícola está degradada, hasta el 75 por ciento de la diversidad genética de los cultivos se ha perdido y el 22 por ciento de las razas de ganado están en riesgo.

Para hacer frente al gran ritmo de cambio y a la creciente incertidumbre, hay que concebir a la sostenibilidad como un proceso, y no como un punto final determinado que hay que alcanzar. Esto, a su vez, requiere el desarrollo de marcos de gobernanza, de financiación, técnicos, y políticos, que apoyen a los productores agrícolas y a los gerentes de recursos involucrados en un proceso dinámico de innovación. En particular:

- Se necesitan políticas e instituciones que ofrezcan incentivos para la adopción de prácticas sostenibles, para imponer regulaciones y costes para aquellas acciones que agoten o degraden los recursos naturales, y para facilitar el acceso a los conocimientos y recursos necesarios.

O Las prácticas agrícolas sostenibles deben utilizar al máximo la tecnología, la investigación y el desarrollo, aunque con mucha mayor integración de los conocimientos locales que en el pasado. Esto exigirá nuevas y más sólidas alianzas entre las organizaciones técnicas y aquellas orientadas hacia la inversión.

O Para basar en datos la planificación y gestión de los sectores de la agricultura se necesitan estadísticas adecuadas, información y mapas geoespaciales, información cualitativa y conocimiento. El análisis debe centrarse tanto en los sistemas de producción como en los recursos naturales y socio-económicos subyacentes.

O Los desafíos relativos a las poblaciones de recursos vivos y las tasas de utilización de los recursos naturales a menudo trascienden las fronteras nacionales. Los mecanismos de gobernanza y los procesos internacionales deben apoyar el crecimiento sostenible (y la distribución equitativa de beneficios) en todos los sectores de la agricultura, protegiendo los recursos naturales y desalentando los daños colaterales.

La agricultura ecológica se ha expandido tanto, que ya existen varios tipos, todos ellos compartiendo la esencia de respetar el medio ambiente. Algunos de estos tipos son la agricultura biodinámica, que integra los cultivos y la ganadería para un uso eficiente y natural de todos los recursos; la permacultura, donde los agricultores tratan de ser lo más autosuficientes y óptimos posible, reciclando materiales y cultivando productos que se adecúen al clima donde se encuentran para ello; la agroecología, partidaria de consumir productos agrícolas producidos en la propia zona y partidaria de la eliminación de los intermediarios en los procesos de venta; y otros muchos modelos que persiguen el mismo fin.

Otra tendencia, es la utilización de abonos y fertilizantes de origen orgánico, mineral o vegetal y ahí aparecen algunas empresas, con un constante afán investigador y que buscan soluciones para crear cultivos sostenibles, efectivos y que produzcan el mínimo efecto posible en el medio ambiente. Sus abonos y fertilizantes son un claro ejemplo de implicación para mejorar la producción agrícola y aplicar la última tecnología e innovación al servicio de los cultivos.

Trabajar la tierra preservando la perdurabilidad de los ecosistemas productivos. Este es el objetivo común entre la agricultura ecológica, la biodinámica, la permacultura y la producción integrada. Ahora bien, como veremos, en el caso de la producción integrada la solución se queda corta. Los cuatro modelos han surgido como respuesta a la agricultura intensiva convencional y a sus graves impactos ambientales.

La agricultura ecológica es el modelo de producción sostenible más conocido y extendido en nuestro país y, de hecho, es la base de los demás modelos. Sus rasgos principales son los siguientes:

O Solo se pueden usar prácticas de cultivo que preserven la biodiversidad del suelo y prevengan su compactación o erosión;

- o No se pueden usar (salvo casos muy excepcionales) fertilizantes ni fitosanitarios de síntesis química;
- o Para mantener la fertilidad hay que hacer rotación de cultivos y aportar materia orgánica;
- o Las enfermedades y malas hierbas se previenen recurriendo a enemigos naturales de las plagas y usando técnicas de cultivo idóneas para estos fines.

En 2018 se aprobó una nueva versión de las normas de producción, que entrará en vigor en 2021. Según la Sociedad Española de Agricultura Ecológica todavía contiene aspectos que se deben mejorar o concretar, pero introduce novedades positivas. Entre otras, el fomento de la producción local y de los circuitos cortos de comercialización, la posibilidad de otorgar el certificado a grupos de productores (lo cual facilita y abarata la obtención del sello por parte de explotaciones pequeñas) o la ampliación de los productos reglamentados (se introducen por ejemplo sal, corcho, cera, lana o pieles). Los Reglamentos europeos que regulan la producción ecológica son:

- Normas sobre producción y etiquetado: 834/2007
- Disposiciones de aplicación de las normas: 889/2008
- Disposiciones en el caso del vino: 203/2012
- Disposiciones para las importaciones desde fuera de la UE: 1235/2008

Los alimentos producidos de acuerdo con estas leyes deben identificarse obligatoriamente a ojos del consumidor mediante el sello europeo.



Sello de producto ecológico

Los tipos de agricultura sostenible son los que se detallan a continuación:

- ✓ **Agricultura biodinámica**: la agricultura sostenible antroposófica.

La agricultura biodinámica, como la ecológica, aprovecha y respeta el funcionamiento natural de los ecosistemas productivos en cuanto a la interacción entre vegetales, suelo, nutrientes, microorganismos y animales. La biodinámica, además, también tiene en consideración las relaciones energéticas entre todos estos elementos y con el cosmos. No en balde la etimología de *biodinámica* nos lleva a la idea de *fuerza de la vida*. Es un modelo de

agricultura que se enmarca dentro de la antroposofía, una filosofía (o una ciencia espiritual, en su terminología) que desarrolló Rudolf Steiner a caballo entre los siglos XIX y XX.

A la práctica, el rasgo más distintivo de la agricultura biodinámica es que favorece la fertilidad del suelo usando unos compuestos propios. Se preparan a base de ingredientes animales y vegetales, a lo largo de meses y teniendo en cuenta las influencias cósmicas cambiantes. Estas influencias, las de todos los planetas, también determinan los momentos de siembra, laboreo, tratamientos y recolecta; en el resto de modelos agrícolas, incluyendo el convencional, se suele tener en cuenta solo la influencia de la Luna para llevar a cabo estas tareas.



Sello de agricultura biodinámica

✓ **Permacultura**: la agricultura sostenible, eficiente y eficaz

El término permacultura es una contracción de permanente y agricultura. Por lo tanto, semánticamente es un sinónimo de agricultura sostenible. La permacultura fue inspirada, en Australia, por la observación de las abundantes y fértiles interconexiones en el ecosistema de una selva. La idea es amoldarse al máximo a la naturaleza, tal como lo han hecho las culturas indígenas de aquel continente con éxito durante siglos; se sostiene que así se obtendrán los sistemas más eficientes, eficaces y sostenibles.

Los principios básicos son:

- Observar la zona donde hay un cultivo para identificar los elementos y seres vivos que conviven en él en cada estación;
- En el cultivo, diseñar la disposición de estos elementos para facilitar las interconexiones entre sí;
- Usar elementos para más de una función, sacando el máximo provecho de las interconexiones;
- Cumplir cada función mediante más de un elemento, para incrementar la seguridad en caso de fallo;
- Hacer el mínimo esfuerzo para obtener el máximo rendimiento;
- Aprovechar la energía o recursos que brinden gratuitamente los flujos naturales, como por ejemplo variaciones en pendiente o en temperatura.

La permacultura se usa más en huertos domésticos o fincas pequeñas o medianas que en grandes extensiones de cultivo. No existe ningún sello para identificar alimentos procedentes de una explotación regida por los principios de la permacultura.

✓ **Producción integrada**: un modelo que se queda muy corto

La producción integrada surgió en los años noventa, cuando ya se habían acumulado muchas evidencias del riesgo que supone la agricultura convencional para la sostenibilidad productiva del campo. En concreto se vieron los efectos perniciosos a largo plazo de los pesticidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos, que se han usado de forma indiscriminada y sin límites cuantitativos durante décadas.

El Departamento de Agricultura de la Generalitat de Cataluña (DARP) describe así la agricultura integrada: “Para la protección de los cultivos la producción integrada combina la utilización de métodos de lucha biológica para el control de plagas y enfermedades, junto con el uso de técnicas tradicionales, basadas en la utilización de productos agroquímicos.” Hay que aclarar que aquí *tradicionales* se refiere a “usadas desde el segundo tercio del siglo XX”.

Los métodos de lucha biológica son los que se usan en la agricultura ecológica. Los productos agroquímicos son los que se usan en la producción convencional, si bien en la integrada sí que hay límites cuantitativos y discriminación por cultivos. En concreto hay unas normas técnicas de producción integrada que estipulan en qué casos, cantidades y momentos se pueden aplicar fitosanitarios químicos a cada cultivo.

Una de las finalidades de la producción integrada es “minimizar el uso de productos agroquímicos”, y uno de sus objetivos es “adaptarse a la forma de producción intensiva de las empresas agrícolas actuales, asegurando su viabilidad económica.” En otras palabras: aquel *minimizar* en realidad quiere decir “minimizar pero sin que se reduzca la productividad ni la seguridad de cosecha de la agricultura convencional”.

A la práctica esto se traduce en seguir aplicando fitosanitarios sintéticos a los cultivos, a pesar de que la agricultura ecológica puede dar rendimientos comparables al menos en algunos casos (hay que decir, por otro lado, que estos altos rendimientos son innecesarios, dado el elevado nivel de derroche alimentario en nuestro mundo). Y es que en la adopción de la estrategia integrada tiene un papel protagonista la poderosa industria proveedora de los agroquímicos. Ciertamente disminuir su uso es positivo, pero no elimina sus efectos perniciosos sino que los retrasa en el tiempo. Es decir, no tiene como resultado sistemas agrícolas sostenibles.



Sello producción Integrada Región de Murcia

✓ **La agroecología:** hacer sostenible la agricultura sostenible

Usar técnicas agrícolas que preserven, y de verdad, la fertilidad de las tierras es imprescindible para una sostenibilidad alimentaria completa, pero no es suficiente. Es necesario, además, que el modelo agrario se encuentre enmarcado en todo un sistema integral en el que las vertientes social, laboral y comercial estén concebidas de forma coherente y sinérgica con la sostenibilidad agrícola, y ello en términos no solo ambientales sino también humanos y económicos. Esta es la idea que hay detrás de la agroecología. Es un concepto menos conocido pero que, si pensamos en el futuro, es más determinante que la agricultura sostenible en sí misma.

Existe algunas diferencias entre lo que es agricultura sostenible y agricultura ecológica: Según la **FAO**, la **agricultura sostenible** sería aquella que garantiza la seguridad alimentaria mundial y al mismo tiempo promueve ecosistemas saludables y apoya la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales. Para ser sostenible, la agronomía debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica. En cuanto a la **horticultura ecológica**, brevemente, podríamos describirla como un conjunto de técnicas agrarias que excluye normalmente el uso de productos químicos de síntesis como fertilizantes, plaguicidas, antibióticos, etc., con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales.

Parece que hay muchas similitudes entre ambos conceptos. En cierto modo, se podría decir que la agricultura ecológica es una forma de agricultura sostenible. No obstante, a pesar de que una englobaría a la otra, existen ciertas diferencias: por ejemplo, el conreo sostenible tiene en cuenta la extensión de terreno cultivado, que suele ser pequeño, para facilitar la gestión de recursos y de residuos, así como favorecer el transporte local de enseres; esto último, a su vez, promueve una optimización de combustibles fósiles. Sin embargo, en la ecológica, se pueden sembrar varias hectáreas y exportar los alimentos donde se considere oportuno. La sostenible, además, considera el factor social de la práctica

agrícola. Aunque por contra, no obliga a hacer un uso exclusivo de productos biológicos para el control de plagas o la fertilización de los suelos. Ahora bien, la principal diferencia reside en que, en Europa, la agricultura sostenible no está regulada por ley, mientras que la ecológica se rige por el Reglamento (CE) 834/2007 el Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga en el Reglamento (CEE) 2092/91 y sus reglamentos de aplicación. Esto implica que, cuando compramos un alimento ecológico, podemos distinguirlo claramente gracias a su sello reglamentario, algo que no sucede con la sostenible.

No cabe duda que la agricultura sostenible es el futuro de un sector fundamental para nuestra economía. Cuanto antes las empresas interesadas y los productores se pongan manos a la obra y adapten sus cultivos y productos, más rápido avanzará el sector.

4.5 Medidas para la Adaptación al cambio climático en el sector agrario

Las principales medidas para la Adaptación al cambio climático en el sector agrario se detallan a continuación:

4.5.1 Gestión de suelos. Los suelos agrícolas son la base para la producción de los alimentos de una población mundial en continuo crecimiento. Según las previsiones, en el año 2050 la población mundial alcanzará los 9.000 millones de habitantes. Como es posible observar, el reto de la producción de alimentos es muy grande, y para ello necesitamos no solo aumentar esa capacidad de producción, además debemos hacerlo de una manera sostenible. Es por ello por lo que la gestión de suelos está en la agenda política de todos los acuerdos internacionales, siendo necesario realizar un esfuerzo para mejorar este aspecto en nuestro país.

La **radiografía actual de los suelos** españoles aporta información preocupante acerca de nuestro potencial a medio y largo plazo. Los efectos en el suelo solo se pueden analizar a largo plazo, y en muchos casos el gestor de los mismos no es consciente del proceso en el que se encuentran. Además, los efectos del cambio climático en el régimen de temperaturas y de precipitaciones todavía nos exponen a unas condiciones peores.

Esta situación de partida nos obliga a plantear un cambio filosófico del modelo de gestión de suelos, con el objetivo principal de mejorar la estructura y contenido de materia orgánica de los mismos.

Además, la diversidad de nuestro país, en cuando a tipo de suelos, precipitaciones, temperaturas, orografía, etc., nos obliga a realizar un mayor esfuerzo para aportar resultados que se puedan extrapolar a la mayor parte del territorio español. Las mejores prácticas agrícolas deben, por tanto, tender a un mejor aprovechamiento de las condiciones del suelo, pero sin dejar de lado el aspecto medioambiental, de tal forma que estas prácticas

no supongan una alteración de las condiciones de estabilidad ambiental de los suelos y cultivos agrícolas, ni un aumento de los posibles impactos ambientales sino, al contrario, puedan colaborar en el desempeño medioambiental del producto final.

El suelo es un recurso natural fundamental en estos ambientes, ya que la vida tal y como la conocemos depende de él. Es un recurso no renovable que realiza muchas funciones esenciales para el ecosistema y la economía, como son la producción de alimentos y fibras, el almacenamiento, filtrado y transformación de muchas sustancias como el agua, carbono, nitrógeno, entre otras. La erosión, la pérdida de materia orgánica, la compactación, la salinización, los deslizamientos de tierra, la contaminación, el sellado, son problemas que afectan seriamente a sus funciones.

El manejo del suelo en zonas agrícolas de zonas áridas y semiáridas, como las del Mediterráneo, está promoviendo una disminución del carbono orgánico del suelo (CO₂), por mineralización de la materia orgánica y/o erosión. Este hecho influye muy negativamente en la fertilidad del suelo y en propiedades físicas como la estabilidad estructural, lo que a su vez aumenta los riesgos de degradación y de erosión, y en consecuencia mayor pérdida de suelo. Los suelos agrícolas de estas zonas tienen un elevado potencial para modificar los flujos de carbono y conseguir que aumente su contenido en los mismos, ya que están muy alejados de su potencial de saturación. La estrategia del 4 por mil se fundamenta en esta posibilidad, abogando por la adopción de buenas prácticas agrarias que incrementen de manera anual el contenido de C en el suelo un 0,4%, compensando así las emisiones de CO₂.

En lo relativo a la erosión, sus efectos se observan a largo plazo, como consecuencia de la acción que lleva a cabo tanto el agua de la lluvia como el viento. El tipo de suelo y la presencia o no de cubierta vegetal son los elementos más destacados para definir el nivel de riesgo de erosión. En las últimas décadas se están produciendo ciclos más continuos de condiciones climatológicas más favorables para la aparición de episodios fuertes de erosión.

La gestión de suelos debe enfrentarse con una visión integral, cuyos objetivos deben ser la mejora de la materia orgánica de los suelos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la mejora de la estructura y productividad a medio plazo y la reducción de las pérdidas por erosión, alineándose con las políticas de conservación de suelos europeas y españolas y la estrategia 4 por mil frente al cambio climático.

Aumento del contenido de carbono en el suelo. De esta manera, las prácticas ejecutadas por los agricultores estarán encaminadas hacia la consecución de los objetivos de la estrategia internacional del 4 por mil a la que España ha mostrado su apoyo. Es fundamental tener en cuenta en el incremento neto del CO₂ la cantidad aportada y su composición, especialmente su relación C/N. También los factores indirectos asociados con

el cultivo y la comarca agrícola, como la precipitación (cantidad y distribución) y en menor grado el tipo de suelo (pH, textura, etc.), afectan a la efectividad de las medidas.

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Para lo que es necesario plantear estrategias que promuevan la mitigación de emisiones de N₂O si se quiere mantener el efecto positivo del secuestro de C en el cómputo global de GEI (el denominado GWP).

Reducción de la erosión. La reducción de la erosión del suelo es un reto urgente para nuestra agricultura, y muy especialmente en los sistemas extensivos. La erosión del suelo supone una pérdida de C y nutrientes, y por tanto contrarresta los efectos beneficiosos del secuestro de C.

Mejora de las propiedades del suelo. Una correcta gestión del suelo será imprescindible para mantener el nivel de producción de alimentos, necesario para cumplir con la labor fundamental de los suelos. La capacidad de retención de agua se ve favorecida por el incremento en el contenido en materia orgánica en el suelo. En función de las condiciones climatológicas, del tipo de suelo, etc., será necesario adaptarse para alcanzar dichos requisitos. En general, las prácticas que deben ser tenidas en cuenta son las siguientes:

- Mínimo laboreo. (Esta medida ha sido explicada en apartados anteriores con detalle).
- Siembra directa. (Esta medida ha sido explicada en apartados anteriores con detalle).
- Cobertura de restos vegetales. (Esta medida ha sido explicada en apartados anteriores con detalle).
- Cobertura del suelo con mulching y acolchados de plástico. Esta medida tiene el objetivo de retener la humedad del suelo, controlar las malas hierbas y aumentar la cantidad de materia orgánica del suelo, entre otros beneficios. Para hacer la cobertura del suelo pueden utilizarse hojas trituradas, residuos de cultivo, paja, plásticos, etc. En épocas de temperaturas muy altas, estas coberturas protegen el suelo del excesivo calor, por lo que estabiliza su temperatura y lo refrescan. A la vez que protegen el cultivo de las posibles heladas tardías. Es necesario tener en cuenta la aparición de posibles plagas y enfermedades, así como la dificultad para mecanizar el cultivo.
- Acortar el tiempo en el que el suelo permanece desnudo. El impacto de las gotas de lluvia sobre los suelos desnudos provoca erosión, dando lugar a la formación de cárcavas. Esta medida tiene especial interés en suelos con cierta pendiente, pues cuanto mayor sea la inclinación de un terreno, mayor susceptibilidad tiene a los efectos de la erosión hídrica. Cabe destacar que cuanto mayor sea la densidad de las cubiertas vegetales (barbechos con cubiertas), el suelo estará más protegido, y en consecuencia habrá menos

erosión. Es fundamental que los agricultores puedan disponer de productos de control de las malas hierbas.

4.5.2 Agricultura de precisión y la digitalización. Se define como la aplicación de tecnologías y principios para el manejo de la variabilidad espacial y temporal asociada a todos los aspectos de la producción agrícola con el propósito de mejorar la productividad del cultivo y la calidad ambiental. En este marco, el acceso y manejo de la información de todo tipo es fundamental para la gestión integral y la competitividad de las explotaciones agrícolas. La agricultura de precisión es una estrategia de manejo de las explotaciones que se basa en la utilización de un conjunto de tecnologías: el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), sensores e imagen tanto satelital como aerotransportada, junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, evaluar y entender la variabilidad de los sistemas de producción. La información recolectada puede ser empleada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar la cantidad adecuada de fertilizantes o de otros insumos necesarios, y predecir con más exactitud el rendimiento y la producción de los cultivos.

La agricultura de precisión tiene como objeto optimizar la gestión de una parcela en tres ámbitos principales:

- Agronómico: ajustando las prácticas de cultivo a las necesidades de la planta (por ejemplo, satisfacción de las necesidades de nitrógeno).
- Medioambiental: reducción del impacto vinculado a la actividad agrícola (por ejemplo, pérdidas de nitrógeno), dando respuesta a la creciente presión de la sociedad sobre los productores agrarios a los que demandan una mayor sostenibilidad en su actividad y una disminución de su impacto medioambiental.
- Económico: aumento de la competitividad a través de una mayor eficacia de las prácticas culturales y gestión de los insumos.

Además, la agricultura de precisión pone a disposición del agricultor numerosa información con la que puede construir su memoria real de campo, que le ayudará a tomar decisiones futuras y mejorar la calidad de sus productos o adaptarlos a las demandas del mercado. Existe una serie de herramientas tecnológicas que han experimentado un importante avance en los últimos años y que se han traducido en el interés por la implementación de la agricultura de precisión, cuyo proceso de aplicación se fundamenta en varios pasos:

1. Geolocalización de la información: permite definir la posición del usuario, parcela, elemento..., sobre la superficie terrestre. La geolocalización de la parcela nos va a permitir superponer sobre esta última la información disponible: análisis del suelo, rendimientos, etc. La geolocalización se puede realizar en la propia parcela con ayuda de un GPS o bien mediante imagen aérea o de satélite.

2. Caracterización de la heterogeneidad: las causas de la variabilidad en una parcela son múltiples: el clima, las características del suelo (físicas, químicas y

biológicas), las prácticas de cultivo, vegetación adventicia, presencia de plagas y enfermedades. Se dispone de indicadores permanentes (suelo) y otros variables o puntuales sobre el desarrollo del cultivo (enfermedades, estrés hídrico...) cuyos datos nos proporcionan las estaciones meteorológicas y distintos tipos de sensores.

3. Sistema de Información Geográfica (SIG): software que permite el almacenamiento y proceso de datos que tenemos ya georreferenciados y que nos van a permitir desarrollar mapas con la variabilidad de la parcela e integrar la información que nos proporcione tanto la teledetección aérea o satelital como los distintos sensores de que dispongamos.

4. Toma de decisiones: a partir de los mapas de variabilidad (mapas de prescripción) se tomarán las decisiones del manejo de la parcela y aplicación de los insumos. La información se irá actualizando con las mediciones que vayamos desarrollando cada campaña. De esta forma también podremos ir elaborando nuestro propio histórico.

5. Implementación de prácticas para compensar estas variabilidades: mediante la maquinaria y la tecnología adecuadas podemos actuar sobre las variabilidades detectadas en función de nuestros objetivos: siembra con densidad variable, aplicación de nitrógeno variable, ajuste de la aplicación de productos fitosanitarios en función de las distintas necesidades de la parcela...

Ventajas del uso de la agricultura de precisión en comparación con la agricultura tradicional:

- ✓ Posibilidad de utilizar los insumos de forma más racional con dosis acordes a las necesidades reales del cultivo.
- ✓ Aplicación de insumos solo en las zonas donde sea necesario y donde la intervención resulte más eficaz agronómica y económicamente.
- ✓ Mejora de la sostenibilidad ambiental de la producción al evitarse la aplicación de insumos (fertilizantes, fitosanitarios...) en áreas donde no son necesarias o al aplicar cantidades inferiores a las que se aplicarían con la agricultura tradicional.
- ✓ Reducción del impacto sobre el medio ambiente debido a la utilización más racional y precisa de los recursos energéticos.
- ✓ Aumento de los rendimientos al permitir una mejor corrección de las deficiencias e ineficiencias en la aplicación de insumos.
- ✓ Aumento de la seguridad alimentaria al incrementar la producción con la optimización del uso de insumos. Hacer más con menos.
- ✓ Uso más eficiente del agua.
- ✓ Incremento de la producción sin necesidad de expandir las superficies dedicadas al cultivo a expensas de las masas forestales, contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad y conservación del medio ambiente.
- ✓ Reducción en el uso de fertilizantes debido a su aplicación más personalizada y con ello menor emisión de gases de efecto invernadero y menor riesgo de contaminación de suelos y aguas por la escorrentía.

✓ Ahorro en el agua por la mayor eficiencia en su uso. Aspecto importante dado que todas las previsiones sobre los efectos del cambio climático en nuestro país apuntan a un incremento de las temperaturas y una reducción de la disponibilidad de agua.

✓ Mejor control, más preciso y rápido de las plagas y enfermedades gracias a la mejora en la calidad y frecuencia de la monitorización de los cultivos.

✓ Mejorar las condiciones de trabajo en el sector agrícola. Necesario si queremos revertir la tendencia actual de migración de la población del campo (y por tanto de los trabajadores dedicados a las actividades agrarias y ganaderas) a las ciudades.

✓ Incentivar el relevo generacional en el sector agrícola, tan necesario en el contexto, al menos en Europa y España, de envejecimiento de los productores y falta de incorporación suficiente de jóvenes a la actividad agrícola.

Inconvenientes del uso de la agricultura de precisión en comparación con la agricultura tradicional:

✓ Coste de los equipos y maquinaria asociada, si bien se está avanzando en la reducción de estos costes.

✓ Competencias necesarias para el uso y mantenimiento de los equipos y maquinaria asociada.

✓ La interpretación de la información puede ser una tarea compleja que requiera la contratación de servicios de asesoría/consultoría.

4.5.3 Monitoreo y control de plagas y enfermedades. La Directiva 2009/128/CE tiene como objetivo reducir los riesgos y efectos del uso de plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativas, como las alternativas no químicas a los plaguicidas. El Real Decreto 1311/2012 supone la aplicación de la Directiva 2009/128/CE a la normativa española y recoge la gestión integrada de plagas como el primero de los siete capítulos técnicos para la consecución del uso sostenible de los productos fitosanitarios. El RD 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, define la gestión integrada de plagas como “el examen cuidadoso de todos los métodos de protección vegetal disponibles y posterior integración de medidas adecuadas para evitar el desarrollo de poblaciones de organismos nocivos y mantener el uso de productos fitosanitarios y otras formas de intervención en niveles que estén económica y ecológicamente justificados y que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. La gestión integrada de plagas pone énfasis en conseguir el desarrollo de cultivos sanos con la mínima alteración posible de los agroecosistemas y en la promoción de los mecanismos naturales de control de plagas”.

De acuerdo con el anexo I del Real Decreto 1311/2012, los principios generales para la gestión integrada de plagas serán:

a) La prevención o la disminución de poblaciones de organismos nocivos hasta niveles no perjudiciales debe lograrse o propiciarse, entre otras posibilidades, especialmente por:

- Rotación de los cultivos.
- Utilización de técnicas de cultivo adecuadas (por ejemplo, en cultivos herbáceos: técnica de la falsa siembra, fechas, densidad y profundidad de siembra, sistema adecuado de laboreo, ya sea convencional, mínimo laboreo o siembra directa, y en cultivos arbóreos: sistemas de plantación, fertilización, poda y aclareo adecuados).
- Utilización de material de siembra o plantación certificado libre de agentes nocivos.
- Utilización, cuando proceda, de variedades resistentes o tolerantes a los biotipos de los agentes nocivos predominantes, así como de simientes y material de multiplicación normalizados.
- Utilización de prácticas de fertilización, enmienda de suelos y riego y drenaje equilibradas.
- Prevención de la propagación de organismos nocivos mediante medidas profilácticas (por ejemplo, limpiando periódicamente la maquinaria y los equipos, desinfectando herramientas o cuidando el tránsito de aperos, maquinaria y vehículos entre zonas afectadas y no afectadas).
- Protección y mejora de los organismos beneficiosos importantes, por ejemplo con medidas fitosanitarias adecuadas o utilizando infraestructuras ecológicas dentro y fuera de los lugares de producción.
- Sueltas o liberaciones de dichos organismos beneficiosos en caso necesario.

b) Los organismos nocivos deben ser objeto de análisis preventivo y seguimiento durante el cultivo mediante métodos e instrumentos adecuados, cuando se disponga de ellos. Estos instrumentos adecuados deben incluir la realización de observaciones sobre el terreno y sistemas de alerta, previsión y diagnóstico precoz, apoyados sobre bases científicas sólidas, así como las recomendaciones de asesores profesionalmente cualificados.

c) La evaluación del riesgo de cada plaga, enfermedad o mala hierba podrá realizarse mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, su estado de desarrollo y presencia de fauna útil, fenología del cultivo, condiciones climáticas u otros parámetros de interés, llevadas a cabo en las parcelas sobre las que se ha de decidir una actuación.

d) Se debe procurar conocer el historial de campo en lo referente a los cultivos anteriores, las plagas, enfermedades y malas hierbas habituales y el nivel de control obtenido con los métodos empleados. Cuando sea posible, antes de efectuar las medidas de

control deberán tenerse en cuenta los niveles umbral de los organismos nocivos establecidos para la región, las zonas específicas, los cultivos y las condiciones climáticas particulares.

e) Los métodos biológicos, físicos y otros no químicos deberán preferirse a los métodos químicos. En todo caso se emplearán de forma integrada con los productos fitosanitarios cuando no permitan un control satisfactorio de las plagas. Estos métodos se utilizarán en el marco de estrategias que incluyan todos los aspectos de la explotación y del sistema de cultivo que favorezcan su control.

f) La aplicación de medidas directas de control de plagas y malas hierbas solo se efectuará cuando los niveles poblacionales superen los umbrales de intervención, en el caso de que estos se encuentren fijados. Salvo en los casos de intervenciones preventivas, las cuales deberán ser justificadas en cualquier caso.

g) Los productos fitosanitarios aplicados deberán ser tan específicos para el objetivo como sea posible, y deberán tener los menores efectos secundarios para la fauna auxiliar, la salud humana, los organismos a los que no se destine y el medio ambiente. Las aplicaciones se realizarán con el equipo necesario y las condiciones climáticas adecuadas y evitando días lluviosos para minimizar riesgo de derivas de los productos fuera de las zonas a tratar. En todo caso, solo podrán utilizarse en cada momento productos autorizados para el uso pretendido inscritos en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y aprobados expresamente para el cultivo en que se apliquen.

h) Los usuarios profesionales deberán limitar la utilización de productos fitosanitarios y otras formas de intervención a los niveles que sean necesarios, por ejemplo mediante la optimización de las dosis, la reducción de la frecuencia de aplicación o mediante aplicaciones fraccionadas, teniendo en cuenta que el nivel de riesgo que representan para la vegetación debe ser aceptable, que no incrementan el riesgo de desarrollo de resistencias en las poblaciones de organismos nocivos y que los niveles de intervención establecidos no suponen ninguna merma sobre la eficacia de la intervención realizada. Para este objetivo son muy útiles las herramientas informáticas de ayuda a la decisión cuando se dispongan de ellas.

i) Cuando el riesgo de resistencia a una materia activa fitosanitaria sea conocido y cuando el nivel de organismos nocivos requiera repetir la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos, deberán aplicarse las estrategias disponibles contra la resistencia, con el fin de mantener la eficacia de los productos. Esto deberá incluir la utilización de materias activas o mezclas con distintos mecanismos de resistencia y modos de acción de forma alterna.

j) Los usuarios profesionales deberán comprobar la eficacia de las medidas fitosanitarias aplicadas sobre la base de los datos registrados sobre la utilización de productos fitosanitarios y del seguimiento de los organismos nocivos.

k) Con objeto de reducir la contaminación de los cursos de agua, se recomienda establecer y mantener márgenes con cubierta vegetal a lo largo de los cursos de agua/canales.

l) Con objeto de favorecer la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas (reservorios de fauna auxiliar), se recomienda establecer áreas no cultivadas en las proximidades a las parcelas de cultivo.

m) Prácticas prohibidas:

- Utilización de calendarios de tratamientos al margen de las intervenciones preventivas debidamente justificadas.
- Abandonar el control fitosanitario antes de la finalización del ciclo vegetativo del cultivo.
- El vertido, en el agua y en zonas muy próximas a ella, de líquidos procedentes de la limpieza de la maquinaria de tratamiento.
- Aplicar productos fitosanitarios en condiciones meteorológicas desfavorables.

El monitoreo es la labor destinada a estimar la abundancia y distribución de las plagas y sus enemigos naturales en el cultivo a través de muestreos periódicos. En definitiva, podemos decir que consiste en revisar periódicamente un cultivo para medir la densidad y estimar la distribución de plagas y/o enfermedades. El objetivo principal del monitoreo de plagas es obtener umbrales de intervención, es decir, determinar el momento de realizar medidas de control, ya sea aplicación de productos fitosanitarios, liberación de enemigos naturales u otras. A través de este manejo se intenta minimizar el daño de las plagas en la cosecha, por lo tanto es relevante asociar la densidad del insecto y/o ácaro plaga con el daño producido. El monitoreo de la presencia de plagas y enemigos naturales permitirá tomar decisiones acertadas sobre cuándo aplicar un plaguicida y qué principio activo utilizar.

El monitoreo nos va a permitir:

- Conocer el estado sanitario del cultivo.
- Detectar la evolución de la población de plagas.
- Controlar la efectividad de las medidas adoptadas en el caso de efectuarse después la aplicación de una medida de control.
- Detectar problemas en el proceso de aplicación o la baja efectividad de un principio activo, y corregirlos a tiempo.

Los momentos del monitoreo dependen mucho del ciclo del cultivo, del ciclo biológico de la plaga y del tiempo necesario para alcanzar niveles de daño económico.

El umbral de intervención define la densidad a la cual se deben iniciar las medidas de control, evitando llegar al nivel de daño económico; por su parte, el umbral de daño

económico es la densidad de población de una plaga o enfermedad que causa una reducción significativa en el valor del cultivo, ya sea en rendimiento o calidad, que significa un mayor costo en comparación al del tratamiento empleado para su control. El nivel de daño económico varía con el tiempo y el lugar durante la misma temporada, ya que se ve influido por las condiciones ambientales, las prácticas agronómicas, el coste de los insumos y el precio del producto en el mercado.

El monitoreo se puede realizar de varias formas:

- Monitoreo en estaciones o grupos de plantas: se toma un grupo de plantas distribuidas homogéneamente en el terreno y se marcan, permitiendo realizar un seguimiento de las plagas y/o enfermedades a través del tiempo y detectar la respuesta a un determinado manejo, enemigos naturales, evento climático y/o fenología de la planta.
- Monitoreo al azar: se realiza para detectar con la mayor precocidad posible la presencia de un nuevo foco. En caso de localizar un foco de plaga y/o enfermedad, se debe monitorear por separado y analizar los datos en forma independiente. Después de llevar a cabo algún tratamiento, es necesario continuar con el monitoreo en el punto de infección.
- Trampas amarillas y azules: se colocan en lugares estratégicos con el fin de obtener una muestra representativa de la zona y posteriormente contabilizar los individuos atrapados. El principio básico de esta trampa consiste en atraer a los insectos para que se queden pegados.
- Trampas con feromonas: son contenedores que se colocan en el área a monitorear, los cuales tienen sustancias adherentes y feromonas que atraen a los insectos para que se queden pegados. Estas trampas son específicas de cada especie. Una de las ventajas de las trampas es que simultáneamente al monitoreo se contribuye al control de las poblaciones, evitando mayor dispersión y reproducción.

Entre los efectos del cambio climático figura la inducción de cambios en el comportamiento de plagas y enfermedades. Su control natural por las heladas y bajas temperaturas del invierno, en determinadas zonas, puede disminuir, necesitando una adaptación de los cultivos. También la modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento de otras enfermedades a latitudes más altas, en lugares en los que hasta ahora las condiciones climáticas impedían su implantación. Ante estos cambios se hace más necesario si cabe la monitorización y seguimiento para analizar los nuevos patrones de comportamiento, biología, desarrollo de las plagas y su interacción con el cultivo y los efectos del cambio. Como efecto de los cambios en el clima, se prevé un mayor riesgo de afección de plagas y enfermedades, por lo que es conveniente trabajar y profundizar en medidas de lucha biológica para paliar estas plagas. El control biológico es un método de control de plagas y enfermedades que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo plaga. Esta línea de trabajo tendría como

objetivo reducir el uso de fitosanitarios en la línea de conseguir una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Los enemigos naturales atacan a tipos específicos de insectos, al contrario de los insecticidas que son más generalistas. Además trabajan durante toda la vida del cultivo y el coste/beneficio es muy favorable. Por último, con la lucha biológica se evitan problemas de resistencia a plagas y también se evitan plagas secundarias.

4.5.4 Mejora del abonado. Principalmente en la agricultura de secano. Optimizar la fertilización, especialmente nitrogenada, teniendo en cuenta estos aportes es un reto fundamental para la sostenibilidad de los sistemas, ya que un exceso de nitrógeno (N surplus) supone un riesgo ambiental al facilitarse las pérdidas a los cuerpos de agua y atmósfera. En el caso de estrategias basadas en inputs internos (siembra directa, CC, etc.), y al igual que ocurre con los sistemas convencionales, se requiere un aporte de fertilizantes nitrogenados (minerales u orgánicos) que hagan sostenible el cultivo, manteniendo rendimientos apropiados. Plantear estrategias que promuevan la mitigación de emisiones de N_2O es por ello necesario si se quiere mantener el efecto positivo del secuestro de C en el cómputo global de gases de efecto invernadero. En este sentido, las estrategias deben combinar buena dosificación de N, elección de fuentes nitrogenadas con menor potencial de emisiones, como ocurre en cultivos de la zona mediterránea cuando se aporta nitrato amónico en vez de urea, o también promover el uso de sustancias inhibidoras de la nitrificación, que pueden llegar a reducir hasta un 72% las emisiones de N_2O por cada kg de N aplicado. Igualmente puede resultar interesante tener en cuenta el impacto de la introducción de fertilizaciones alternativas que promuevan una mejora de la microbiología del suelo, y por tanto de su estructura.

Otro aspecto positivo que influye en la fertilidad es la liberación de nutrientes que se produce por mineralización lenta de las fuentes orgánicas. Esto supone un aporte gradual de nutrientes, que suele reducir pérdidas, ahorra fertilizantes y en algunos casos, como ocurre con el P o con los micronutrientes, se aumenta el periodo de disponibilidad y por tanto de eficiencia.

Realizar análisis de suelo. Mapas de suelo La base de una correcta fertilización parte del conocimiento de la propia explotación, del tipo de suelo y las necesidades que presenta cada campaña. Los análisis de suelos son fundamentales para ajustar la fertilización a la necesidad del cultivo y a la fertilidad del suelo. Es una medida óptima para utilizar en cada aplicación el tipo de abono más idóneo al momento y condiciones de aplicación. Siempre ha sido importante tener analizada la fertilidad del suelo, pero en un escenario de cambio climático con posible reducción de los rendimientos, con mayores pérdidas de fertilización por arrastre, se hace fundamental ajustar las aplicaciones de fertilizantes a las necesidades reales de los cultivos en función de la fertilidad del suelo. Particularmente es interesante, como sustento de tecnologías de aplicación variable de fertilizantes, agua y dosis de semilla,

poder contar con un mapeo de suelo que aporte información sobre la textura y los principales macronutrientes del suelo.

Fraccionar aplicaciones del abonado sólido y fertirrigación. Se propone esta medida para intentar ajustar el abonado y las prácticas de abonado a la nueva realidad derivada de la incertidumbre en los rendimientos. Esto se consigue mediante el establecimiento de al menos tres aplicaciones de fertilizantes. Con ello podemos adecuar las dosis y aplicación a las necesidades de la planta y a las expectativas reales de cosecha. En un contexto de cambio climático, la incertidumbre en la evolución de la cosecha aumenta; por tanto, cuantas más aplicaciones y cuanto más se extienda en el tiempo la capacidad de aplicar fertilizantes, mejor se podrá ajustar la dosis final a las expectativas reales del cultivo. En el caso de que los sistemas de riego lo permitan, la inyección de fertilizantes con el agua de riego permite una distribución y aprovechamiento mucho mejor de los nutrientes. Además, al incrementar el número de aplicaciones y el aporte con el agua de riego se reducen las pérdidas de nitrógeno por evaporación o arrastre, por tanto se podrán reducir las unidades finales aportadas para un mismo rendimiento.

Utilizar el Big Data para las aplicaciones variables del abonado. Se propone utilizar equipos de aplicación variable de abonado tanto sólido como líquido, apoyados en mapas de rendimientos y mapas de suelos. Una variante la tenemos si además se tienen en cuenta las necesidades reales de los cultivos a partir de diferentes sistemas de monitorización de los mismos. Consiste en aplicar una dosis diferente de fertilizante en cada zona de una misma parcela, siguiendo un criterio determinado. Para ello se pueden dividir las parcelas según los rendimientos de cada zona determinada y aplicar dosis diferentes en ellas. La dosis variable podrá ser en función del tipo de suelo o de las necesidades reales de las plantas. Esta medida permitiría ahorrar en fertilizantes (uno de los mayores costes de cultivo). Además, la fertilización variable es una técnica óptima para contaminar menos, y practicar una agricultura más sostenible y rentable.

Fertilización orgánica. Se propone esta medida dentro del paquete de economía circular, aprovechamiento de subproductos, deyecciones ganaderas, fracción orgánica de residuos urbanos, lodos de depuradora...

Este tipo de fertilización mantiene y fomenta la fertilidad de los suelos, y aumenta la materia orgánica de los mismos. Se propone una fertilización reduciendo especialmente las cantidades a aplicar de nitrógeno mineral. Además previene la erosión del suelo y mejora su estructura, maximizando el uso eficiente del agua evitando escorrentías.

4.5.5 Mejora de la biodiversidad, servicios de polinización. El cambio climático está provocando cambios significativos en la composición, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas españoles. En las últimas décadas se han observado diversos impactos asociados al cambio climático que afectan a los bosques y la biodiversidad

terrestre de España. Estos impactos, ya sean alteraciones fisiológicas, fenológicas o demográficas, están modificando tanto la composición de las comunidades como el funcionamiento de los ecosistemas, afectando a servicios claves de los que proveen los ecosistemas.

En los ecosistemas terrestres se han constatado en relación a las especies vegetales cambios en los calendarios de foliación, fructificación o caída de las hojas. En la fauna se manifiestan cambios en el calendario reproductivo, en las migraciones y en la distribución de numerosas especies animales, que tienden a desplazarse hacia latitudes más altas. Además, los cambios en el clima afectan a las interacciones bióticas, alterándolas o estableciendo nuevas interacciones inexistentes, que a su vez provocan impactos en las poblaciones y comunidades.

Por un lado, las especies invasoras pueden verse favorecidas debido a su rápida respuesta a los cambios ambientales. Por su parte, los cambios en la fenología pueden desacoplar interacciones del tipo depredador-presa y planta-polinizador que pueden afectar negativamente a organismos y ecosistemas.

La polinización es uno de los procesos más importantes de la naturaleza que contribuyen a la biodiversidad y al mantenimiento de los ecosistemas agrícolas y forestales. Ayuda a la reproducción de una gran variedad de plantas, muchas de las cuales son cultivos alimentarios.

Aproximadamente el 80% de todas las especies de plantas con flores están especializadas para ser polinizadas por animales, principalmente insectos. La FAO estima que de los 100 cultivos que proporcionan el 90% de la alimentación mundial, 71 de ellos dependen de la polinización de abejas. La producción de ciertas frutas, semillas y frutos secos puede decrecer en más del 90% sin la presencia de estos insectos polinizadores. La Comisión Europea estima que las abejas contribuyen anualmente con 22.000 millones de euros a la agricultura europea.

Dentro de España, la región mediterránea es una de las regiones apícolas más importantes, pero también una de las regiones españolas más vulnerables al cambio climático, que muy probablemente implicará sequías más prolongadas y recurrentes e incrementos de temperatura.

Las abejas y otros insectos polinizadores incrementan la cantidad de alimentos y mejoran su calidad (las plantas destinan más recursos a los frutos polinizados), ayudando a mantener la seguridad alimentaria en el mundo.

La polinización es por lo tanto fundamental para los ecosistemas y para la producción de cultivos, y debemos tomar conciencia de la importancia del servicio esencial que brindan

las abejas y demás polinizadores a los ecosistemas y a la seguridad alimentaria. A pesar de que las abejas son los polinizadores más importantes, existe una gran biodiversidad de insectos que actúan como potenciales polinizadores de nuestros cultivos. Entre ellos se encuentran los coleópteros (escarabajos), dípteros (moscas) y lepidópteros (mariposas), aunque los polinizadores por excelencia son los himenópteros (abejas y abejorros).

Los polinizadores y los importantes servicios que aportan a los ecosistemas, la agricultura y la seguridad alimentaria se enfrentan a una serie de amenazas.

Por un lado, el cambio climático en España, y especialmente en la zona mediterránea, va a suponer una serie de potenciales impactos para las abejas y los polinizadores silvestres:

1. Divergencia entre la fenología de los polinizadores y de las especies que polinizan.
2. Desajustes espaciales entre polinizadores y polinizados.
3. Cambios en la distribución de especies patógenas y en la virulencia de las mismas.
4. Incremento de mortalidad local de polinizadores por aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos.
5. Afectación del grado de supervivencia de especies invasoras. 6. Reducción del periodo e intensidad de floración.

Por otro lado, la dependencia de la floración para su alimentación convierte a las abejas, así como a los demás polinizadores, en animales muy sensibles a la pérdida y fragmentación de hábitats, y su consiguiente homogeneización y pérdida de biodiversidad, manifestándose en una menor disponibilidad, tanto cuantitativa como cualitativa, de polen y néctar para las abejas.

El aumento en el uso de plaguicidas y la reducción de la variabilidad en la disponibilidad floral son problemas a los que también deben enfrentarse las poblaciones de polinizadores.

Para hacer frente a estas amenazas se hace necesario promover la conservación e implantación de márgenes o corredores en paisajes dominados por monocultivos que los polinizadores y enemigos naturales puedan utilizar como refugio y fuente de alimento. Los agricultores se convierten en agentes protagonistas en la creación de hábitats adecuados para las abejas y otros polinizadores a través del mantenimiento de algunas zonas conservando su hábitat natural, creación de setos, respetando los lugares de nidificación, plantando cultivos atractivos alrededor de las parcelas, etc. Los márgenes multifuncionales son franjas de vegetación que se conservan o se implantan (sembraremos una mezcla de

semillas de flores que atraigan a los polinizadores) en las explotaciones agrarias que cumplen varias funciones medioambientales importantes:

- Mejoran la infiltración del agua superficial, reduciendo la escorrentía y, por lo tanto, la erosión de los suelos y la contaminación de los cauces de agua por los sedimentos de la erosión.
- Mejoran la biodiversidad de las especies vegetales.
- Proporcionan hábitats adecuados para insectos, pequeños mamíferos, contribuyendo a la biodiversidad de la fauna.
- Se convierten en refugio de polinizadores.
- Son refugio de especies auxiliares depredadoras y endoparásitos de las plagas del cultivo, con lo que reducimos el uso de fitosanitarios.
- Si los márgenes están en el borde de cauces de agua, evitarían la entrada de residuos de productos fitosanitarios a dichos cauces.

Estas prácticas no solo se benefician de los servicios de polinización en sus ecosistemas, sino que contribuyen a la diversidad de cultivos (biodiversidad), la salud del suelo y la reducción del uso de productos fitosanitarios, y con ello a la sostenibilidad de los sistemas agrarios.

4.5.6 Mejora de la ganadería extensiva. Economía circular. Hasta ahora nuestro modelo económico y productivo se basa en un modelo lineal (extraer-consumir-tirar) que se comporta como si los recursos de nuestro planeta fueran ilimitados, cuando claramente no lo son.

Ante esta situación, la economía circular se plantea como una de las alternativas más adecuadas a seguir. Con ella se podría contribuir a la lucha contra el cambio climático, sin renunciar a la obtención de beneficios económicos ni a la sostenibilidad.

La economía circular se define como una economía basada en el mantenimiento del valor añadido de los productos el mayor tiempo posible, de manera que se mantengan los recursos en la cadena productiva incluso cuando un producto ha llegado al final de su vida. Se trata de un concepto estrechamente ligado a la sostenibilidad que persigue que el valor de los productos, los materiales y los recursos se optimice reduciendo al mínimo la generación de residuos. Este nuevo modelo económico circular (no lineal) está basado en el principio de cerrar el ciclo de vida de materias primas, productos, residuos y energía; así, las tres erres (reducción, reutilización y reciclado) se sitúan en el centro del crecimiento económico, con el fin de que los residuos pasen a ser recursos.

Por su parte, la bioeconomía ha de formar parte de la economía circular. El término bioeconomía significa una economía derivada de la producción de recursos biológicos

renovables y la conversión de estos recursos y los flujos de residuos en productos con valor añadido, como piensos, bioproductos o bioenergía.

La bioeconomía se ha convertido en un concepto clave para marcar las prioridades de un desarrollo sostenible, y surge como respuesta a los diferentes retos a los que la sociedad actual debe hacer frente, como son la garantía de suministro y reparto justo de los alimentos, la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción de la utilización de combustibles fósiles.

La estrategia Europa 2020 propone la bioeconomía como elemento clave para el crecimiento inteligente y ecológico en Europa.

El sector agrario ha aplicado el principio de la economía circular y las tres erres desde su origen. Quizás sea el sector que de forma intrínseca tenga mejor interiorizada esta forma de entender la economía y sus vínculos con el medio ambiente. En su naturaleza productiva siempre ha estado aprovechar al máximo los recursos y producciones, por lo que, entre otros objetivos, ha buscado mediante la mejora vegetal la obtención de plantas más aprovechables, ha reutilizado todo aquello que se obtiene de la explotación, como residuos vegetales para pienso, deyecciones de animales como fertilizante, etc.

El compostaje de residuos en la misma explotación es el ejemplo más común de reciclaje. Otros ejemplos son la producción de biogás a partir de las deyecciones líquidas de los animales o el ensilado de material vegetal segado para utilizarlo como abono o acolchado. Las producciones agrícolas y ganaderas se fundamentan en ciclos naturales en los que el agua, los nutrientes, el suelo, el viento y la energía solar son factores claves para la producción.

En los últimos tiempos la producción agrícola ha tendido a la especialización, separando las producciones agrícolas de las ganaderas, si bien de nuevo se está comenzando a prestar una mayor atención al hecho de cerrar los ciclos naturales. Se hace imprescindible para el sector agrario recurrir a sinergias para cerrar los ciclos mediante el fomento de los sistemas agrícolas integrados que permitan una reducción del uso de insumos externos como los fertilizantes, la energía y los productos fitosanitarios.

El consumo de agua por parte de la agricultura supone en torno al 70% del consumo total mundial. La escasez de agua se ha acentuado en algunas partes de la UE en las últimas décadas y ha tenido efectos perjudiciales sobre nuestro medio ambiente y nuestra economía. En esta línea debe seguir promoviéndose el uso responsable del agua y es urgente mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos, reciclaje incluido. El modelo lineal del uso del agua tampoco es sostenible ni económica ni ambientalmente y se hace necesario desplazarnos hacia un modelo circular.

La reutilización de las aguas residuales tratadas en condiciones seguras y rentables es un medio valioso todavía no lo suficientemente explorado de aumentar el suministro de agua y reducir la presión sobre unos recursos hídricos, ya sobreexplotados, en la UE. Por ejemplo, la reutilización del agua en la agricultura contribuye al reciclado de nutrientes por sustitución de fertilizantes sólidos.

La economía circular también puede desempeñar un papel importante en la reducción del uso de materias primas fósiles a través de la producción de bioenergía. En consonancia con esta orientación, los agricultores y los ganaderos se han iniciado en la producción y utilización de fuentes de energía alternativas, en particular biogás, energía eólica y energía solar.

El recurso a sinergias más allá de la explotación, gracias a la colaboración entre agricultores y ganaderos para optimizar la utilización de fertilizantes orgánicos o diversificar significativamente la producción, contribuye a reducir los impactos medioambientales, en paralelo a una reducción de los costes de producción.

En definitiva, la economía circular busca dar solución a los retos que se plantean a la sociedad en su conjunto, garantizando una explotación sostenible de los recursos, mitigando los efectos negativos sobre el clima, evitando la pérdida de biodiversidad y fomentando el uso de energías renovables con reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la obtención de nuevos productos con valor añadido, bien destinados a la alimentación o a otros usos, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental y aprendiendo a convertir en nuevos recursos lo que antes eran desperdicios.

Al mismo tiempo ahorrará energía y contribuirá a evitar los daños irreversibles causados en lo relativo al clima y la biodiversidad, y a la contaminación del aire, el suelo y el agua, a causa de la utilización de los recursos a un ritmo que supera la capacidad de la tierra para renovarlos.

Es posible dar con nuevos modelos empresariales gracias a la optimización del uso y de la reutilización de los recursos. La utilización de los residuos procedentes de las operaciones iniciales de la cosecha, así como los coproductos de la transformación, en tanto que materias primas para otras actividades empresariales, es una perspectiva prometedora que debería promoverse. La economía circular representa una verdadera oportunidad para desarrollar y gestionar eficientemente productos y procesos alternativos; también para acceder a nuevos mercados. El enfoque de la economía circular debe atraer a más pequeñas y medianas empresas, con el fin de aprovechar al máximo su potencial de innovación y hallar salidas para los coproductos y subproductos; lo que les permitiría, a su vez, ser más competitivos, mantener el empleo y crear puestos de trabajo a favor del crecimiento de las zonas rurales.

Se considera necesario desarrollar medidas para fomentar la economía circular dentro de las explotaciones, tales como llevar a cabo en la misma explotación la producción del alimento para el ganado y utilización de deyecciones ganaderas en la explotación, siguiendo los principios de la economía circular. Con ello se consigue reducir la dependencia de alimento de fuera de la explotación y, además, se consiguen sinergias entre el aprovechamiento agrícola y el ganadero, a la vez que se favorece el aprovechamiento de subproductos.

Por otro lado, también es necesario favorecer relaciones entre las explotaciones agrícolas y ganaderas mediante la búsqueda de sinergias, contratos, relaciones comerciales estables y duraderas en el tiempo entre explotaciones agrícolas y ganaderas, se consigue por una parte mejorar la estructura y materia orgánica del suelo con el aporte de estiércoles, por otro lado se favorece la diversificación de cultivos al introducir producciones con destino a la ganadería (se favorece la producción de forrajes). Por su parte, las explotaciones ganaderas se aseguran la distribución de purines y estiércoles y el aprovisionamiento de determinadas materias primas.

4.5.7 Gestión del agua. Es previsible que a lo largo del siglo XXI se produzca un incremento progresivo de la demanda de agua, especialmente la de abastecimiento urbano, así como la de necesidades ambientales de mantenimiento de caudales ecológicos en los ríos y de abastecimiento de zonas húmedas.

En el sector del regadío será limitado el aumento de demanda debido a transformaciones de nuevas zonas y se prevé un mantenimiento de las dotaciones de riego en los regadíos actuales e incluso cierta disminución en algunos casos de regadíos con sistemas de riego modernizados. Por ello son necesarias una serie de estrategias para adaptarse y reaccionar al aumento de las necesidades de agua, actuando en la gestión de los recursos hídricos y en la demanda de agua.

A nivel global se prevé que los principales efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos sean el aumento de la temperatura, el cambio en el régimen de precipitaciones y la cubierta de nieve, el aumento de la frecuencia de las inundaciones y las sequías, y la posible elevación del nivel del mar. El cambio climático puede afectar al estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos, alterando el ciclo hidrológico y los sistemas hidrológicos, lo cual afecta a su vez a sus parámetros, entre ellos: la intensidad y la frecuencia de las sequías y las inundaciones, la disponibilidad y la demanda de agua y la calidad del agua (incluyendo su temperatura y el contenido de nutrientes).

En España se estima que el cambio climático se reflejará en el aumento de la temperatura y en una disminución en general de la precipitación, lo que causará una reducción de las aportaciones hídricas y una modificación de la demanda de agua en los sistemas de regadío.

Los recursos hídricos en España son un factor clave para el desarrollo socioeconómico de muchos sectores y territorios, y el buen estado de muchos sistemas ecológicos y el cambio climático va a tener un impacto muy fuerte sobre ellos, haciendo que se reduzcan de forma importante (en especial en las zonas áridas o semiáridas, donde las reducciones de los recursos hídricos podrían llegar hasta el 30% a finales del siglo XXI).

Por lo tanto, la planificación hidrológica y el uso del agua deben adaptarse a unos recursos que serán progresivamente más escasos y cuyo ciclo anual está cambiando.

El regadío ha sido y sigue siendo uno de los pilares del desarrollo rural y de la seguridad alimentaria para nuestro país y un elemento básico de nuestro sistema agroalimentario.

La superficie regada en España supone un 14% de la superficie agraria útil. Pese a ser un porcentaje pequeño de la SAU, contribuye en algo más del 50% a la producción final vegetal, en un 2,4% al producto interior bruto del país y emplea a un 4% de su población ocupada.

El potencial productivo que supone nuestra superficie regada tiene como contrapartida el uso de un volumen importante de agua en un país con territorios donde esta es escasa. Como usuarios del 68% del volumen total, el regadío se ve inmerso en la competencia con usuarios de otros sectores por un recurso escaso.

La gestión sostenible de nuestros regadíos debe conjugar la creación, si es necesario, de nuevas superficies con el mantenimiento y mejora de las estructuras existentes y el uso eficiente de los recursos empleados, todo ello en un marco sostenible con el objetivo de avanzar en varios aspectos:

- Uso eficiente del agua: racionalizando el consumo de agua de riego mediante el uso de las tecnologías más adecuadas.
- Mejora ambiental de las zonas de regadío:
 - Evitando las filtraciones y escorrentías que produce el riego y que pueden ser fuente de contaminación de las aguas subterráneas y de los cauces superficiales.
 - Evitando la sobreexplotación de los acuíferos y procediendo a su recarga forzada si es necesario.
 - Manteniendo la fertilidad de los suelos de regadío y evitar su degradación.
 - Mantener y, en su caso, recuperar acuíferos y humedales.
 - Actuando contra la desertificación de ciertas zonas del país.
 - Preservando la biodiversidad de la flora y la fauna y del paisaje propios de los ecosistemas de regadío.
 - Cumpliendo con la normativa de protección medioambiental prevista en la legislación española y de la Unión Europea.

- Mejoras sociales:
 - Mejora del nivel de vida de algunas zonas rurales deprimidas mediante la transformación de ciertas pequeñas áreas que permitan su puesta en regadío.
 - Fijación de la población rural por el efecto sobre la creación de empleo directo e inducido del regadío.
 - Formación y capacitación de los agricultores en técnicas de riego para un mejor aprovechamiento del agua y de las nuevas tecnologías del regadío.
 - Mejora ergonómica del trabajo en el regadío, introduciendo ahorro de trabajo y mejora de su calidad en la aplicación del riego mediante la automatización y la telegestión.
 - Contribución al equilibrio territorial mediante un uso adecuado de las infraestructuras.
- Mejora de la productividad agraria:
 - Aumento de la producción agrícola.
 - Diversificación de la producción agrícola.

Para desarrollar un uso más eficiente del agua podemos actuar mediante medidas como:

1. Ajuste de la dosis de riego a las necesidades del cultivo: mediante sensores de humedad del suelo, aforadores de caudal en parcela, etc., con objeto de reducir las pérdidas por escurrimiento limitando las de percolación a las necesidades de lavado para el control de la salinidad.

2. En períodos de escasez de agua de riego, aplicación de riego deficitario controlado, estos riegos se basan en reducir los aportes hídricos en los periodos fenológicos del cultivo en los que no afecte sensiblemente a la producción.

3. Aprovechar las ventajas de las buenas prácticas agrícolas:

- Adaptación de las rotaciones de cultivos a las dotaciones de agua disponibles.
- Empleo de variedades de cultivos más resistentes al estrés hídrico.
- Adaptación del ciclo de cultivo considerando la mayor disponibilidad de agua en el suelo.
- Practicar la agricultura de conservación (no laboreo o laboreo mínimo) de manera que parte de la superficie del suelo quede cubierta por restos vegetales del cultivo anterior para así reducir las pérdidas por evaporación, manteniendo mayor contenido de humedad en el suelo y reduciéndose así la cantidad de agua requerida para riego.
- Aporte de materiales orgánicos también para reducir las pérdidas por evaporación y mejorar la capacidad de retención del agua en el suelo.

En vista del escenario que nos plantea el cambio climático, es imprescindible que los regadíos sean muy eficientes en el uso del agua. Para ello hay que modernizar los que aún no lo están y revisar los que ya han pasado por algún proceso de modernización, de tal manera que se incorporen las últimas tecnologías en el uso eficiente del agua.

Es necesario introducir en los procesos de mejora de los sistemas de riego tecnologías y sistemas que permitan la aplicación variable de dosis de agua en una parcela (sensores en suelos y plantas...). Estas inversiones no deberán dejar de lado la eficiencia energética y la viabilidad económica.

Se pueden introducir algunas técnicas que buscan el uso eficiente del agua de riego, para ello se deberán conocer datos del cultivo para detectar la capacidad del mismo frente al estrés hídrico, con el objetivo de llegar a utilizar riegos de precisión y riegos deficitarios controlados (tecnologías que permitan decidir el momento más idóneo para aportar agua a la planta con imágenes satelitales y utilización de drones o sensores tanto foliares como terrestres).

La programación del riego para los cultivos se basa en la determinación de sus necesidades hídricas conociendo el estado hídrico del cultivo y la cantidad de agua disponible en el suelo (y su facilidad-dificultad de extracción).

El riego de precisión consiste en determinar el momento adecuado para efectuar los riegos y la cantidad adecuada a aplicar en función del estado de humedad del suelo y de la planta. Para poder realizar el riego de precisión necesitamos realizar la monitorización del sistema suelo-planta-atmósfera. Las posibilidades de monitorización que hoy en día nos permite la tecnología y las herramientas disponibles para la gestión de esa información son unos magníficos aliados para la mejora de la eficiencia en el uso del agua y la optimización de los recursos hídricos por parte del sector productor agrario. Para ello disponemos de:

1. Sensores de clima (temperatura, humedad, radiación, velocidad y dirección del viento, etc.): nos suministran información de las condiciones ambientales en las que se está desarrollando el cultivo.
2. Sondas de suelo: nos permite conocer el volumen y distribución del agua en el suelo, variaciones del contenido de agua en el suelo, su evolución a lo largo del tiempo y respuesta a los eventos de riego, variaciones climáticas o fases de desarrollo y producción del cultivo. Además de datos de contenido de humedad, también podemos obtener datos de temperatura, conductividad eléctrica, etc.
3. Biosensores (variación del diámetro del tronco, medidores de flujo de savia, etc.): nos permiten conocer el estado hídrico de la planta en cada momento.

Por otro lado, también es importante señalar las posibilidades que para la implantación del riego de precisión nos ofrece la aplicación de nuevas tecnologías como la

interpretación de las imágenes vía satélite o la teledetección. La teledetección es la capacidad de obtener información mediante el análisis de la radiación electromagnética que refleja o emite un objeto de la superficie terrestre, captada mediante un conjunto de sensores y la transformación de los datos obtenidos mediante técnicas de interpretación y reconocimiento de superficies.

Existen dos usos principales de la teledetección en relación a la gestión del agua en la agricultura:

1. Método de control y seguimiento del correcto uso del suelo y del agua y del desarrollo de los cultivos.

2. Mejorar la gestión del riego (se puede determinar la K_c en tiempo real y por tanto definir la dosis óptima de riego), y en general para agilizar la toma de decisiones, optimizar la eficiencia en la utilización de insumos (control de malas hierbas), reducción de los impactos ambientales y mejorar en la conservación de los recursos naturales, la determinación de balances hídricos y programaciones de riego, etc.

La introducción de la teledetección en la gestión y manejo del regadío está permitiendo hoy en día mejorar el diagnóstico de las necesidades hídricas del cultivo a lo largo del ciclo del cultivo, optimizar la eficiencia en la utilización de insumos, mejorar la gestión del riego, agilizar la toma de decisiones, reducir los impactos ambientales, mejorar la conservación de los recursos naturales, proporcionando información territorial sobre distintos rasgos y parámetros de interés relacionados con el agua, el suelo y el cultivo.

El método se basa en el procedimiento clásico que consiste en asignar unas necesidades hídricas para riego a cada cultivo en función de la precipitación, demanda atmosférica y sistema de riego a lo largo de su ciclo de crecimiento. Además se pueden aplicar directamente los coeficientes de cultivo derivados de las imágenes de satélite, lo que junto a la información agrometeorológica conduce a la estimación de las necesidades de agua del cultivo.

Hasta hace poco, la recogida, interpretación y análisis de los datos recogidos por las distintas herramientas tecnológicas eran una tarea laboriosa que dificultaba dar el salto al aprovechamiento de toda esta información en la toma de decisiones en el campo de forma ágil y resolutiva. Actualmente ha mejorado enormemente nuestra capacidad de transmisión de datos y su gestión mediante softwares específicos que presentan de forma rápida y adecuada los datos y facilitando el análisis e interpretación de la información.

4.5.8 Creación de sistemas de asesoramiento. El agricultor tendrá que adaptar su sistema productivo a los nuevos escenarios, para tratar de ser competitivo aprovechando las nuevas oportunidades que se den. Además, las estrategias se han de orientar hacia técnicas que sean capaces de mitigar los efectos negativos y capaces de responder a las demandas que la sociedad requiera en materia de protección

medioambiental y seguridad alimentaria. Es importante tener en cuenta que las alteraciones climáticas no son uniformes en todas las regiones y que, por tanto, el cambio climático tiene distintas implicaciones en cada una de ellas.

A través de la historia, la agricultura ha demostrado su capacidad de adaptación a cambios en tecnología, disponibilidad de recursos y cambios en la demanda de productos agrarios. Ante este nuevo escenario, los agricultores y los ganaderos van a tener que definir una nueva estrategia productiva para afrontar los grandes retos del futuro (competencia internacional, migración de la población de las zonas rurales a las ciudades, garantizar la seguridad alimentaria de una población mundial creciente), entre los que se encuentra la mitigación y adaptación al cambio climático.

No podemos pretender que este proceso de adaptación lo realice por sí mismo cada agricultor y ganadero. Son necesarias medidas de adaptación específicas para cada sector de actividad o recurso ambiental y dichas medidas deben contemplar las peculiaridades sociales y ambientales de cada zona. Además, en el diseño de estas medidas conviene siempre tener en cuenta los costes que conlleva la implementación de cada una de ellas. Muchas de las medidas que se proponen para la adaptación al cambio climático presentan una fuerte base tecnológica, biotecnológica, gestión de los datos, digitalización, monitorización, cambios en las formas tradicionales de hacer las cosas.... En definitiva, nuevas herramientas y conocimiento que deben ser transferidas de forma adecuada a los usuarios que deben implementarlas para adaptar sus actividades a los efectos del cambio climático.

Ante esta nueva situación, que genera incertidumbre en los productores, es imprescindible el desarrollo de programas de asesoramiento y acompañamiento para poderles transmitir todos estos retos a los que no enfrentamos y las posibles acciones que a nivel particular de la gestión de sus explotaciones pueden aplicar para seguir manteniendo su producción y rentabilidad en los nuevos escenarios que se puedan plantear. El agricultor debe mejorar su capacidad de adaptación y de rapidez en la respuesta a los cambios que previsiblemente se van a producir derivados del cambio climático.

Incentivar que los agentes del sector, y sus representantes, estén convenientemente formados e involucrados en la transferencia del conocimiento al sector.

Es, por tanto, necesario trabajar en la creación de servicios de asesoramiento a los productores para formar e informar al agricultor con el objetivo de que aprenda a ser resiliente para adaptar su explotación de la mejor manera posible a los escenarios climáticos desconocidos para él hasta el momento. Con ello pretendemos mejorar la capacidad de adaptación del agricultor en su explotación, su viabilidad y rentabilidad, contando con futuros inciertos en cuanto a los patrones del clima.

5. OTRAS ACTUACIONES PARA LA MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD AGRARIA

5.1- Mejora de la eficiencia energética y uso de energías renovables en el sector agrario

El consumo de energía asociado a las actividades de agricultura y pesca representa cerca del 3,5% del consumo de energía final en España.

Dentro de este sector distinguimos las distintas líneas de actuación para el análisis y la mejora de la eficiencia energética:

5.1.1- Maquinaria, que engloba la energía consumida por tractores, cosechadoras y moto cultivadores de explotaciones agrícolas, forestales y ganaderas.

Según el “Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014 2020”, el consumo de energía de este subsector es debido, fundamentalmente, al uso del tractor en su utilización para el cultivo de tierras, por lo que la variación del consumo de energía está determinada tanto por la variación de la superficie a cultivar y la naturaleza de esos cultivos, como por el número de tractores en uso y la eficiencia energética de los mismos.

La eficiencia se refiere a conseguir realizar las labores gastando un mínimo de combustible.

La elección del tractor adecuado para el trabajo que tiene que realizar es el elemento clave tanto para optimizar del tractor el ahorro de combustible como para conseguir la mayor eficiencia global del tractor.

El consumo de combustible supone entre el 17 y el 40 % del coste horario total de un tractor, lo que refleja la importancia de la eficiencia energética del mismo.

El 70 % de los tractores agrícolas consumen entre un 10 y un 20% más de lo necesario, debido a un mal mantenimiento del tractor. El mantenimiento de un tractor debe hacerse a lo largo de toda su vida útil.

Los tractores agrícolas consumen de un 10 a un 25% más de gasóleo cuando no se ha realizado un correcto mantenimiento del motor, por la suciedad del filtro del aire e inyectores y la incorrecta regulación de la bomba de inyección.

MUY IMPORTANTE:

O Mantener la limpieza del filtro del aire y del gasóleo. Del grado de limpieza del filtro del aire depende en gran medida que se realice una mezcla correcta entre el aire y el combustible en el cilindro. Cuando el indicador señala que el filtro está sucio, se desmontará y se sacudirá o se limpiará con aire a presión, si lo tenemos. Antes de montarlo ver si ha quedado limpio y si tiene zonas desgastadas, roturas o grietas. Si tiene cualquier

desperfecto el filtro se cambiará por uno nuevo. Por tanto, deberemos facilitar al máximo el paso del aire para tener un óptimo aprovechamiento del gasóleo, dotando al motor con un sistema de filtrado eficaz.

o Controlar y regular el circuito de combustible. La regulación y dosificación del combustible es realizada por la bomba de inyección y los inyectores, por tanto deberán estar a punto y controlados cuando sea necesario. No deben ser regulados más que por personal debidamente preparado y equipado. En los inyectores deberán hacerse revisiones periódicas (cada 1.000 horas), cambiarse y regular el momento de inyección respecto a la apertura de válvulas (cada 5.000 horas).

o Utilizar lubricantes apropiados. La correcta utilización de los aceites y los lubricantes en el tractor tienen gran correlación con el consumo de combustible y sobre todo con la vida útil del tractor. La misión del aceite es mantener una película entre los elementos para evitar el rozamiento, el calentamiento, los desgastes y así reducir las pérdidas de energía. Actualmente en los tractores se pueden utilizar, para disminuir la contaminación, aceites de tipo biológico. Estos bioaceites hidráulicos tienen una base sintética de aceite vegetal (colza, etc.), y resisten en invierno hasta unos -15°C . La ventaja de estos aceites es que se descomponen fácilmente de forma biológica.

o Correcta conducción y utilización del tractor. El consumo de un motor varía según su velocidad de giro y la carga que debe vencer. Actuando sobre el acelerador y la caja de cambios se puede obtener un buen aprovechamiento de la potencia y la óptima transformación del combustible en energía. Por consiguiente se recomienda, que en la realización de las labores, el tractor deberá desarrollar la potencia necesaria utilizando el régimen del motor y la marcha más adecuados, intentando conseguir el mínimo consumo de combustible.

o Pérdidas de ruedas y suelo.

Lastrado INSUFICIENTE:

- o Patinamiento excesivo y pérdida de la capacidad de arrastre.
- o Mayor desgaste de los neumáticos.
- o Consumo excesivo de combustible.

Lastrado EXCESIVO:

- disponible.
- o Alta resistencia a la rodadura, lo que reduce la potencia
 - o Sobrecarga de los neumáticos y del cambio.
 - o Compactación del suelo.
 - o Consumo excesivo de combustible.

Para mantener el patinamiento controlado y ahorrar combustible, se harán los siguientes cuidados:

- o Mantener los neumáticos recomendados por el fabricante.
- o Controlar y ajustar la presión de inflado al trabajo que se va a realizar y al estado del terreno.
- o Buena adaptación de los aperos al tractor.
- o Cambiar sin tardanza los neumáticos desgastados.
- o Limpiarlos de sustancias extrañas.
- o Utilizar el acelerador de mano.

El peso del tractor produce compactación del suelo y hace aumentar el consumo de combustible. Para evitarlo:

- o Utilice neumáticos apropiados.
- o Reduzca el lastre cuando no sea necesario.
- o Es importante ajustar la presión de inflado al estado del suelo.

Un desequilibrio en la presión acarrea un mayor consumo de combustible y produce un desgaste más rápido del neumático. En general, y salvo en suelos muy secos, los neumáticos anchos, de baja presión y las ruedas gemelas reducen el consumo, prolongan la vida de los neumáticos y respetan la estructura del suelo. El neumático de tipo radial favorece la superficie de apoyo y el agarre en el suelo.

Para lograr un ahorro considerable de combustible en los trabajos pesados, se utilizará siempre la tracción a las cuatro ruedas. El ahorro de utilizar tracción a las cuatro ruedas comparado con la tracción a las dos ruedas es superior al 20%.

El consumo de la maquinaria ganadera se determina en base a correlacionar el consumo en litros de gasóleo con el número de cabezas de ganado, distinguiendo entre ovino, bovino y porcino, resultando un valor de 334 ktep. Este consumo es también mayoritariamente causado por el uso de aperos propulsados por tractor que, a su vez, puede realizar funciones agrícolas cuyos consumos están computados en el apartado anterior.

Respecto al parque de tractores se ha previsto que la mejora de la eficiencia energética se producirá con la renovación del parque de maquinaria en base a los resultados que se están produciendo en el sector por el etiquetado energético de tractores desarrollado en España. Este etiquetado energético y su correspondiente clasificación se basan en los resultados de los ensayos realizados según los códigos de la OCDE. La metodología desarrollada en España bajo la iniciativa del IDAE, ha permitido la clasificación de los tractores agrícolas que se comercializan en el país según su eficiencia energética y en los que se miden datos de potencia y consumo de combustible. Esta clasificación ha servido para que el ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente venga

otorgando a lo largo de esta década una prima a los agricultores que se acojan al plan RENOVE de tractores.

En resumen las reglas clave para el ahorro del combustible en el tractor agrícola con la consiguiente mejora de la eficiencia energética se puede resumir en:

- Seleccionar el tipo y el número de trabajos agrícolas a desarrollar en los cultivos; simplificando en lo posible las operaciones de cultivo asociando labores.
- Elegir el tractor adecuado para el trabajo que debe realizar. Utilizar máquinas y aperos apropiados y en buen estado, correctamente regulados con el tractor.
- Elegir los neumáticos, con adecuadas presiones de inflado, y lastrar el tractor en función de las operaciones previstas.
- Seleccionar el régimen de funcionamiento del motor para que trabaje en zonas de bajo consumo.
- Utilizar adecuadamente los dispositivos de control de que dispone el tractor para los diferentes tipos de trabajo. Por ejemplo: 1) Utilizar el bloqueo del diferencial, sobre todo para trabajos de campo pesados y con suelos blandos. 2) Utilizar la doble tracción.
- Utilizar las posiciones de la toma de fuerza económica para trabajos ligeros; cuando la máquina que se ha de accionar con el tractor demanda poca potencia.
- Realizar un adecuado mantenimiento del tractor.
- Evitar realizar las operaciones agrícolas en condiciones desfavorables del suelo, el producto, el cultivo o la meteorología. (Ejemplo: el suelo húmedo demanda mayor potencia).

5.1.2- Regadío, donde se contempla la energía utilizada para la extracción y/o distribución por bombeo del agua de riego.

Ningún país europeo, ni siquiera los mediterráneos, cuenta con una superficie semiárida superior a los dos tercios, como España, ni tanta extensión de regadíos dentro de ella. Si además se analizan las lluvias o las evapotranspiraciones, es fácil observar que nuestro país dispone de menos y más irregulares recursos, lo que obliga a gestionarlos mejor. A pesar de que ningún país tiene una extensión tan grande sometida a esa excepcionalidad hidrológica, el consumo de agua en España es similar a la media europea e incluso inferior al de California, un ejemplo habitual de elevada eficiencia.

La modernización de sectores con riego actual por gravedad, que van a pasar a riego a presión (aspersión, microaspersión, goteo), va a precisar la construcción de nuevas estaciones de bombeo, con el consiguiente incremento del consumo energético, con cifras por ha de magnitud similar a las de los nuevos regadíos. Se trata en definitiva de compatibilizar la creación o reestructuración de los sistemas regables con el uso apropiado de los recursos agua y energía a través de la gestión racional de los distintos sistemas de riego, combinando el incremento de la eficiencia de los sistemas de riego con diseños de instalaciones realizados con criterios de ahorro y eficiencia energética.

Existe en general un elevado grado de consenso sobre las medidas que pueden aplicarse para conseguir un uso eficiente del agua en los regadíos. Las más importantes son las siguientes:

- o Introducción de nuevas tecnologías de riego más eficientes.
- o Creación de Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR).
- o Formación a los regantes en las nuevas tecnologías y aspectos ambientales.
- o Uso de tarifas binomias (volúmenes-superficies) con penalizaciones por excesos.
- o Colocación de sistemas de control del agua en alta.
- o Mejora de las regulaciones internas (en balsas y/o en los propios canales).
- o Mejora de las redes de transporte y distribución.
- o Mejora de los sistemas de gestión administrativa en las Comunidades de Regantes.
- o Mejora de los sistemas de explotación de embalses con evaluación en tiempo real de las necesidades de agua de los cultivos.

Estas medidas para mejorar la eficiencia en el uso del agua son, como puede apreciarse, unas de matiz administrativo y de gestión y otras de matiz más técnico, y todas ellas, se pueden implementar en beneficio, finalmente, del ahorro y de la eficiencia energética si se proyectan y aplican de manera adecuada.

La modernización de los regadíos tiende a cambios hacia sistemas de riego automatizables, con control de la aplicación del abonado y fitosanitarios, en unas estructuras productivas mejoradas con procesos de Concentración Parcelaria.

A pesar de las dificultades, debe tenderse a la realización de las obras de modernización de los regadíos tradicionales, preferiblemente con cambio a sistema de riego a presión que, junto a la asistencia técnica proporcionada por el Servicio de Asesoramiento al Regante, constituyen los dos elementos básicos para el manejo eficaz de los recursos hídricos disponibles.

Los Servicios de Asesoramiento al Regante se crean con el ánimo de fomentar un manejo conservacionista de los regadíos, y de dar soporte técnico real a los aspectos energéticos y ambientales de los mismos.

Para conseguir estos objetivos se hace cada vez más necesario que los nuevos regantes cuenten con un asesoramiento técnico como medida correctora en los Planes de Vigilancia Ambiental, con objeto de minimizar las posibles afecciones causadas por la práctica del riego. Estas medidas se encaminan principalmente en dos direcciones:

- Mantenimiento y conservación de las instalaciones en orden a la disminución de consumos energéticos y de costes.

- Explotación de las parcelas de regadío, su manejo y control.

En resumen las reglas claves para conseguir un ahorro del uso del agua y de energía son las que se detallan a continuación:

Administración hidráulica

- Ajuste de los desembalses de agua a las necesidades reales de riego de los cultivos.

- Colocación de módulos para el control del agua demandada.

Formación de regantes

- El regante debe disponer de formación sobre el funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones de riego e información sobre las necesidades de agua de los cultivos.

Comunidad de Regantes

- Implantación de tarifas progresivas que sancionen los excesos de consumos e incentiven el uso racional del agua y de la energía.

Diseño

- Fomento de instalaciones eficientes para aplicación de riego en parcela.

- Evitar el sobredimensionamiento de los bombeos, empleando sistemas de telegestión y variadores de frecuencia que permitan lograr caudales y presiones acordes con la necesidad real.

- Es esencial que los motores y bombas seleccionados sean aquellos de mayor rendimiento para el rango caudal/presión con el que se va a trabajar.

Mantenimiento

- Programar una buena estrategia de mantenimiento, ya que la pérdida de rendimiento provocará unos altos costes de consumo energético.

Prevención

- Impulsar un “Plan de actuaciones de mejora de los rendimientos energéticos en las Comunidades de Regantes”.

5.1.3- Instalaciones ganaderas

Para contribuir a la mejora de la eficiencia energética en las instalaciones ganaderas, deberán considerarse una serie de factores directamente implicados:

- Las condiciones climáticas de la región.
- Las particularidades locales de la zona.
- Las necesidades de ambiente en el interior de los alojamientos según especie, edad y estado fisiológico del ganado.
- La relación coste-eficacia de las inversiones en los elementos y máquinas que conforman la instalación ganadera.

Las recomendaciones para dicha mejora estarán basadas en una combinación de normas de construcción y equipamiento de las granjas: materiales de construcción, aislamientos, ventilación, calefacción e iluminación principalmente, de tal forma que se pueda garantizar un funcionamiento integrado de los diferentes sistemas sin que el funcionamiento de alguno de ellos suponga un derroche de energía.

Los aspectos básicos sobre los que se incide y que se consideran más importantes para contribuir al ahorro y eficiencia energética, son los siguientes:

❖ **Aislamiento adecuado de los edificios.** El aislamiento de los edificios ganaderos es una necesidad que está justificada por las siguientes razones:

✓ **Ahorro de energía.** Para contribuir eficazmente al ahorro de energía en las naves ganaderas, debemos vigilar y regular correctamente los sistemas de control ambientales que tengamos instalados, pero, para que esta práctica sea realmente eficaz, es imprescindible comenzar por aislar correctamente todos los elementos que forman parte de estas naves. Una nave bien aislada contribuirá principalmente a:

- Reducir las pérdidas de calor en tiempo frío.
- Reducir las ganancias de calor en época calurosa.
- Optimizar el rendimiento de las instalaciones de climatización: calefacción, refrigeración y ventilación.

Al mejorar la calidad del ambiente interior, permitirá a los sistemas de climatización funcionar a un régimen moderado (ventilación a caudales mínimos de renovación, calefacción de mantenimiento, etc.). De esta forma se reducirá el gasto energético de esos aparatos y alargará su vida útil.

✓ **Mejora del confort del ganado.** El conjunto de elementos que conforman los edificios ganaderos: paredes, cubierta, suelos y carpinterías, tienen como función principal la

protección de los animales alojados en su interior frente a las inclemencias meteorológicas del exterior. Estos elementos tendrán las necesarias características higrotérmicas que permitan mantener en su interior las condiciones más favorables de confort, que aporten al ganado un nivel de bienestar suficiente para permitir la expresión de su máximo potencial productivo.

✓ **Mejora de la conservación de los edificios.** Los edificios ganaderos mal aislados y con sistemas de climatización deficientes, favorecen la presencia de altas concentraciones de diferentes gases producidos por el ganado y sus deyecciones, proporcionando un ambiente agresivo para los elementos que forman parte del edificio y un medio de vida nocivo para el ganadero y el ganado. La aparición de condensaciones contribuye a la degradación de los materiales que forman parte de la nave, principalmente hormigón y metales, que a largo plazo pueden provocar la ruina de la construcción. Este fenómeno puede ser atenuado, incluso evitado, dotando a éstas de un buen nivel de aislamiento.

Para conseguir un aislamiento adecuado de los edificios hay que tener en cuenta:

- No escatimar en la dotación de un buen nivel de aislamiento general.
- Atender a las normas de aislamiento determinadas para cada tipo de especie ganadera y en función de las diferentes edades o estados fisiológicos.
- En las naves donde es necesario el empleo de calefacción o refrigeración para atender las necesidades de confort de los animales, se debe poner una especial atención en el aislamiento de la nave. Con ello, se mejora el rendimiento de los equipos y se ahorra energía.
- Cuidar sobre todo el aislamiento de la cubierta, ya que, en una nave dotada de un buen nivel de aislamiento general, el 70 % de las pérdidas de energía se produce a través de la misma (espesor mínimo del aislante 5 cm).
- Una nave bien aislada permitirá con más facilidad, conseguir los parámetros de confort recomendados: temperatura, humedad,..., y por lo tanto, mejorar el rendimiento de los equipos de climatización para alcanzar dichos parámetros.
- Emplear buenos aislamientos: impermeables al vapor de agua, que no retengan la humedad, resistentes a los golpes y con protección hacia los rayos ultravioleta.
- Aislar bien las naves ganaderas proporciona mejores resultados y una mejor relación costo/beneficio que sobredimensionar la ventilación y la refrigeración para intentar disminuir los efectos del calor.

❖ **Regulación correcta de los equipos de climatización de las naves.**

La ventilación tiene por objeto: aportar oxígeno al interior de la nave, eliminar CO₂, polvo y otros gases, eliminar vapor de agua producido por la respiración y las heces y controlar la temperatura del alojamiento.

Para ello se emplean diferentes sistemas de ventilación:

- Ventilación natural: consiste en el manejo de ventanas manuales o automáticas para renovar el aire del interior de la nave aprovechando la velocidad y presión que el aire ejerce sobre la nave. Su principal ventaja es el ahorro de energía y la baja inversión en equipos, sin embargo son difíciles de gestionar.
- Ventilación dinámica: se realiza con la ayuda de ventiladores que mueven el aire necesario en cada fase de la producción. Con este tipo de ventilación se consigue una buena gestión del ambiente e independiente de la climatología, pero requiere una mayor inversión inicial y un mayor consumo energético.

La calefacción. En la producción intensiva porcina y avícola, se aplican sistemas de calefacción en ciertas fases de la producción:

o Porcino: en naves de maternidad y posdestete. Se recomienda instalar una potencia de calefacción de 40-50 W/lechón en posdestete. En maternidad, es suficiente la instalación de una placa de calefacción de suelo de 120 W con una lámpara de infrarrojos de 180W.

Los tipos de calefacción más empleados son:

- Calefacción ambiente: mediante aerotermos o tubos de agua caliente, que se regulan todo o nada (on-off). Radiantes de aletas por agua caliente.
- Calefacción por radiación: radiantes eléctricos, que se regulan de forma progresiva, con una banda de unos 2 0 C.
- Calefacción en suelo: por placas eléctricas o de agua caliente, que se regulan progresivamente las eléctricas y todo-nada las de agua.

Se recomienda emplear sistemas de regulación de la calefacción, con sondas ambiente o en placa, así como respetar las consignas de temperatura.

o Avicultura: en naves de pollos de engorde. El empleo de calefacción es necesario en naves cría y engorde de pollos (broilers), siendo los sistemas más frecuentes los siguientes:

- Calefacción localizada o por radiación. Se emplean radiantes infrarrojos de gas, llamados también campanas o pantallas. Pueden funcionar individualmente con un termostato en cada radiante o todos conjuntamente, por bloques, por secciones, etc. Se instalan con potencias de 5-10.000 kcal/h.

Ventajas: 1. Calientan el suelo a diferentes temperaturas, permitiendo que sea el pollito el que elija. 2. La radiación infrarroja es muy efectiva calentando el suelo, produciendo una diferencia de temperatura entre el suelo y el ambiente de 9-100 C. 3. Tanto la instalación de termostatos independiente como el hecho de localizar la zona a calentar, permiten un importante ahorro energético.

Inconvenientes: 1. Su elevado costo de implantación y el mantenimiento de filtros.

- Calefacción ambiental o por convección.

Mediante generadores de calor, que queman gasóleo o gas, se calienta todo el volumen de aire de la nave.

Ventajas: 1. Simplicidad de instalación. 2. Regulación automática con un termostato. Inconvenientes: 1. Bajo rendimiento del sistema < 75% (grandes pérdidas de calor a través de cerramientos). 2. El aire caliente se sitúa en la parte alta de la nave, siendo necesaria mayor temperatura para llegar a la Tª de consigna a nivel de los animales. 3. Elevado consumo de energía. 4. Es caro de instalación.

La Iluminación eficiente. Estanqueidad de las naves. Revisión y mantenimiento de los equipos. Las principales medidas de eficiencia energética en sistemas de iluminación en instalaciones ganaderas son las siguientes:

- Sustitución de lámparas de baja eficiencia por otras tecnologías eficientes de menor consumo, especialmente en las zonas con mayores periodos de utilización. Para ello, se examinará y evaluará el sistema actual de iluminación y se rediseñará, en su caso, proponiendo las sustituciones necesarias y garantizando el nivel de iluminación en los lugares necesarios.
- Sustitución de luminarias por otras con alto factor de reflexión.
- Sectorizar la iluminación con la utilización de interruptores bien zonificados.
- Instalar detectores de presencia para los accesos, zonas de paso y lugares donde no se requiera una iluminación permanente.
- Instalar sistemas de control de la iluminación, como relojes programables, para que su uso sea únicamente durante el tiempo necesario.
- Colocación de sistemas de regulación de potencia según la luz natural mediante células fotoeléctricas o sensores, reduciendo los consumos de iluminación innecesarios.
- Utilización de pinturas blancas o en tonos claros, manteniendo las superficies limpias para aumentar el rendimiento de la iluminación.
- Realizar un plan de mantenimiento incluyendo revisiones y limpieza de las luminarias.

La estanqueidad. Recomendaciones para obtener una correcta estanqueidad:

- Utilizar juntas elásticas en las uniones.
- Sellar con látex o espumas las juntas de ventanas, puertas y elementos de la ventilación: entradas de aire, rejillas, conductos,...
- Instalar persianas aisladas para proteger los ventiladores parados.
- Seguimiento minucioso de la colocación de los materiales de construcción.
- Supervisar especialmente las uniones entre cerramientos verticales y soleras, entre las piezas de las paredes verticales y entre las placas que impermeabilizan la cubierta.

❖ **Revisión y mantenimiento de los equipos.**

La revisión periódica, por los trabajadores de la explotación o por personal cualificado del exterior, de los motores, máquinas y otros elementos mecánicos o no, que forman parte, principalmente, de los sistemas de ventilación y calefacción: reguladores, aerotermos, pequeños motores eléctricos, electroválvulas, ventiladores, entradas de aire, aperturas de seguridad, etc., son tareas que de forma generalizada quedan relegadas a un segundo plano o sencillamente olvidadas.

Una planificación de los trabajos de mantenimiento en las naves permitirá tener los aparatos siempre a punto, conforme a las recomendaciones de los técnicos y fabricantes, lo que garantizará un rendimiento óptimo en el plan de seguridad y consumo energético: fiabilidad y eficiencia.

Si se quieren evitar dichos problemas, es necesaria la puesta en marcha de un programa de mantenimiento de los equipos que requiere:

- o Seguimiento del calendario de inspección recomendado por el fabricante.
- o Leer el modo de empleo y las recomendaciones de uso.
- o Calendario de lubricación y sustitución de piezas.
- o Limpieza de polvo y pelos que se acumulan en los elementos: motor, hélices, etc.
- o Proteger los motores cuando no se emplean durante largos periodos.

❖ **Implantación de barreras vegetales cortavientos**

En general, se buscan terrenos sanos, protegidos de los vientos fuertes, pero aireados, secos y bien drenados, que permitan de partida la instalación de la granja sin problemas añadidos.

En esta elección se evitarán:

- o Los obstáculos excesivamente próximos que puedan interferir en la ventilación.
- o Colinas muy expuestas al viento que puedan producir un exceso de entrada de aire.
- o Lugares encajonados, con insuficiente ventilación, húmedos y muy calurosos.

En este contexto, resultan interesante contar con barreras cortavientos naturales que o bien existen de antemano o conviene implantar.

Las barreras vegetales cortavientos, además de ser un elemento ornamental y de mimetización, que facilita la integración de las naves ganaderas en el medio natural, tienen otras ventajas añadidas:

- o Facilitan la gestión de la ventilación en naves con ventilación natural.
- o Las naves están menos expuestas a los vientos, reduciendo las pérdidas energéticas por ventilación y los posibles daños por la propia acción del viento sobre las superficies exteriores.

❖ **Medidas de ahorro y eficiencia energética específicas del sector lácteo.**

En el sector lácteo son aplicables, con mayor o menor intensidad, todas las consideraciones realizadas anteriormente sobre el diseño de construcciones y en lo relativo a las barreras vegetales cortavientos. De todos modos el principal consumo energético se realiza durante el ordeño y en el proceso de enfriamiento y posterior mantenimiento a bajas temperaturas de la leche ordeñada, hasta su retirada para su procesamiento. Es en este proceso donde se podrán aplicar las principales medidas de ahorro de energía.

Las principales reglas claves para el ahorro y la eficiencia energética en las instalaciones ganaderas son las siguientes:

AISLAMIENTO

- Atender a las normas de aislamiento determinadas para cada tipo de especie ganadera y en función de las diferentes edades o estados fisiológicos.
- NO escatimar en la dotación de un buen nivel de aislamiento general, con ello se mejora el rendimiento de los equipos y se ahorra energía.
- Cuidar sobre todo el aislamiento de la cubierta (70 % de las pérdidas de energía).
- Una nave bien aislada permite mejorar el rendimiento de los equipos de climatización.
- Aislar bien las naves ganaderas proporciona mejores resultados y una mejor relación costo/beneficio que sobredimensionar la ventilación y la refrigeración para intentar disminuir los efectos del calor.

CLIMATIZACIÓN

- Un buen sistema de regulación debe ser capaz de atender las necesidades ambientales de los animales en cada uno de sus estadios.
- Ajustar en los reguladores el caudal mínimo a 75 V (el ventilador da 1/5 de su Q_{máx}.(220 V)).

- Respetar los caudales de instalación recomendados por los técnicos (según tablas).
- Emplear ventiladores trifásicos de gran caudal siempre que sea posible. Además es conveniente utilizar variadores de frecuencia para reducir su consumo eléctrico.
- Equipar las naves con sistemas automáticos de regulación, reguladores y sistemas informáticos (ordenadores), siempre que sea posible. Facilitan la consecución de los parámetros de ambiente deseados y contribuyen a una gestión más eficaz de la energía.
- Los sistemas de calefacción localizados, tipo pantallas empleados en naves de pollos, tienen un menor consumo y son sistemas de producción de calor más eficientes.

ILUMINACIÓN

- Sustituir las lámparas incandescentes (bombillas) por fluorescentes.
- En los alojamientos que requieren un mayor nivel de iluminación y donde los periodos con la luz encendida son más largos, es aconsejable instalar lámparas de bajo consumo: fluorescentes compactas.
- Utilizar pinturas blancas o en tonos claros, así como mantener las superficies limpias.
- Revisar periódicamente la instalación, sin olvidar la limpieza de lámparas y luminarias.

ESTANQUEIDAD

Atención a las entradas de aire parásitas porque aumentan el consumo en calefacción y afectan a la ventilación, produciendo distorsión en los circuitos de aire proyectados y creando zonas mal ventiladas.

REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

PROGRAMAR la revisión y mantenimiento de los equipos de la explotación como un trabajo más, integrado en la planificación del manejo general de los animales.

IMPLANTACIÓN DE BARRERAS VEGETALES CORTAVIENTOS

MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA ESPECÍFICAS DEL SECTOR LÁCTEO

Considerar el ahorro y la eficiencia energética durante el ordeño, enfriamiento y posterior mantenimiento a bajas temperaturas de la leche ordeñada.

5.1.4- Sistemas de Laboreo Agrícola

Para la elección del tipo de laboreo del suelo es necesario partir del objetivo prioritario perseguido con la labor a realizar y del conocimiento del cultivo a introducir, teniendo en consideración siempre el tipo de suelo (textura y profundidad), su estructura y su estado en el momento de realizar la labor (residuos, grado de humedad, grado de apelmazamiento).

Los objetivos perseguidos con el laboreo siempre tienen una priorización que la propia experiencia del agricultor sobre sus tierras va estableciendo:

- ✓ Crear una buena estructura y porosidad del suelo capaz de almacenar el agua en climas secos o de garantizar una correcta oxigenación y por supuesto facilitar la germinación de las semillas y permitir un correcto crecimiento de las raíces.
- ✓ Incorporar residuos de los cultivos anteriores.
- ✓ Descompactar y favorecer el drenaje cuando se han realizado pases sobre suelo blando o con máquinas pesadas.
- ✓ Desmenuzado grosero o simple rotura de las costras en superficie.

En el conocimiento del cultivo que se va a sembrar y sus requerimientos específicos, algunos aspectos son más significativos y por tanto relevantes en relación al laboreo:

- ✓ El sistema radicular y en relación a ello la profundidad de suelo explorado, que conlleva la elección de la profundidad del laboreo.
- ✓ El tamaño de la semilla, que determina la necesidad de una estructura fina o más grosera en superficie.
- ✓ El vigor de implantación de cada especie que obliga a un esmero especial en determinadas especies más delicadas.
- ✓ El que se trate de un cultivo de otoño, invierno o primavera.

El tipo de suelo es muy diferente según las zonas y por supuesto las regiones, pero con el fin de plantear las distintas opciones de laboreo, se suelen agrupar en tres tipos, de mayor a menor resistencia al laboreo:

- ✓ Suelo Fuerte: suelo con alto contenido en arcilla (> 20% de arcilla).
- ✓ Suelo Medio: contenido medio en arcilla y limo (10-20% de arcilla).
- ✓ Suelo Ligero: contenido alto en arena y limo (<10% de arcilla).

La estructura, el estado de humedad y el apelmazamiento del suelo determinan de una manera decisiva las labores que se pueden o deben realizar.

Una buena estructura previa permite reducir al mínimo los laboreos necesarios o hacer no laboreo.

✓ El exceso de humedad recomienda el esperar momentos mejores siempre que sea posible.

✓ El apelmazamiento puede producirse de forma natural o por un maltrato del suelo con laboreos y rodadas. Siempre es muy costoso recuperar y pueden tardarse varios años.

La profundidad del laboreo, la anchura de trabajo y la velocidad de avance son tres variables interdependientes fundamentales en el manejo apropiado del laboreo que previamente hemos elegido. Los tractores y aperos disponibles condicionan finalmente la realización de una labor de calidad con el menor coste horario y económico posibles.

En resumen, en la elección del laboreo se ha de tener en cuenta:

- ❖ El objetivo prioritario a conseguir con el laboreo
- ❖ El cultivo que se va a instalar
- ❖ El tipo de suelo y su estructura, estado de humedad (tempero) y apelmazamiento
 - ❖ La profundidad y anchura de trabajo
 - ❖ La velocidad del tractor y por lo tanto el tiempo a emplear
 - ❖ El coste y la rentabilidad de cada labor

Existen gran cantidad de aperos diferentes que permiten el laboreo del suelo con objetivos muy distintos, desde facilitar el drenaje a incorporar los residuos del cultivo anterior, realizar una labor de vertedera, desmenuzar el suelo para preparar el lecho de siembra, etc.

En función del tipo las labores se clasifican en:

- Labores Primarias, tienen por objeto trabajar el suelo dejado por el cultivo anterior, incorporando los posibles residuos que hayan quedado en superficie, dejando el suelo mullido en profundidad para facilitar la penetración de las raíces del nuevo cultivo, la acumulación de agua en sus poros y favorecer el drenaje de los excesos de lluvia.
- Labores Secundarias, se realizan para preparar un lecho de siembra apropiado para recibir las semillas del nuevo cultivo a instalar. Normalmente consiste en una capa superficial de suelo bien desmenuzado donde la semilla se hidrate con facilidad, cubierta de pequeños agregados o tormos que eviten la formación de costra en los suelos propensos y favorezcan la nascencia. Sembradora de chorrillo para siembra directa.
- Labores de Siembra, utilizando modelos muy diversos de máquinas, tienen por objeto dosificar la cantidad de semilla necesaria y posicionarla sobre el lecho de siembra con la mayor precisión en la profundidad y en el marco (líneas, golpes, etc.) elegidos.

De un modo resumido los sistemas de laboreo se pueden clasificar en:

- Laboreo tradicional. Parte de la realización de labores profundas de al menos 15-20 cm. El punto de partida más tradicional es el volteo de la tierra con arados diversos, aunque en los últimos años esta labor se va sustituyendo por el laboreo vertical. Después se hacen necesarios uno o varios pases de labores secundarias y posteriormente la siembra.
- Mínimo Laboreo. El laboreo se realiza únicamente en las capas de suelo superficiales hasta los primeros 10-15 cm. Normalmente es vertical con chisel o cultivador, pero también puede ser con arado de cohecho que realiza volteo o simplemente con gradas de discos.
- No laboreo-Siembra Directa. Se fundamenta en la utilización de sembradoras especiales capaces de sembrar directamente sin hacer laboreo del suelo previo.

Todos estos tipos de laboreo han sido descritos detalladamente en apartados anteriores.

Es importante tener en cuenta que el sistema de laboreo elegido condiciona otras técnicas de cultivo como la fertilización, el control de malas hierbas, plagas y enfermedades.

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LOS SISTEMAS DE LABOREO

Manejo del tractor

- ✓ Hacer un correcto mantenimiento del tractor.
- ✓ Controlar la presión de inflado de los neumáticos.
- ✓ Utilizar las 4 ruedas motrices y el bloqueo diferencial.
- ✓ Disminuir las revoluciones del motor siempre que se pueda.
- ✓ Trabajar al 70-80% del régimen máximo del motor y con una caída de 150 a 200 r/min para los trabajos de tracción.
- ✓ Utilizar el enganche delantero para labores.

Manejo de las labores

- ✓ Hacer un buen mantenimiento de las máquinas y aperos.
- ✓ Contrapesar el tractor según las diferentes operaciones.
- ✓ Ajustar el tractor al apero: enganche y anchura de los aperos.
- ✓ En los laboreos aumentar, siempre que se pueda, la velocidad de trabajo.
- ✓ Controlar la profundidad de trabajo con ruedas o rulos. No profundizar en Vertedera más de 25 cm, en Chisel más de 15 cm y en Cultivador más de 10 cm.
- ✓ Utilizar equipos combinados para evitar pasadas, disminuyendo el coste y el consumo de combustible.

Elección del itinerario o sistema de laboreo

- ✓ Seleccionar el itinerario más adecuado para la explotación e inicialmente probarlo en parcelas diferentes, siendo conscientes de las diferencias que existen entre ellos respecto al consumo de combustible, coste económico y de tiempo en la explotación.
- ✓ En secanos semiáridos con producciones medias habituales por debajo de 3.000 kg/ha (cereal), preferir los sistemas de mínimo laboreo o “no laboreo” con siembra directa.
- ✓ El itinerario con “no laboreo” ahorra más de 50 l/ha de gasóleo comparado con laboreo tradicional de vertedera en muchos casos.
- ✓ El mínimo laboreo tiene unos consumos de combustible algo más elevados que el no laboreo, pero inferiores en un 30% a la vertedera.
- ✓ En la mayor parte de suelos y de zonas de España el mínimo laboreo y el no laboreo son más rentables económicamente que el laboreo tradicional.

CONCLUSIONES

Para sacar el máximo rendimiento en las labores agrícolas con el menor consumo de combustible es necesario:

- ✓ Elegir el itinerario de laboreo más eficiente, preferir mínimos laboreos o incluso siembra directa siempre que sea posible.
- ✓ Limitar al máximo el número de pasadas de laboreo utilizando equipos combinados.
- ✓ Trabajar con el suelo en buenas condiciones.
- ✓ Utilizar los aperos adecuados al tractor, con un correcto enganche y control de profundidad del apero. Para ello es importante conocer la potencia necesaria para cada apero y controlar su profundidad de trabajo (ahorro del 10 al 15% del consumo).
- ✓ Seleccionar la relación de cambio que permita la mayor velocidad haciendo el trabajo correctamente.
- ✓ Correcto inflado de los neumáticos, no es el mismo en suelo duro y llano que sobre suelo movido, pasando una grada o sembrando.
- ✓ Utilizar la tracción delantera y el bloqueo diferencial en los laboreos disminuye el consumo de combustible.
- ✓ Utilización de contrapesos, cuando sea necesario, pero quitarlos para otros trabajos.

Con la utilización de estas medidas el consumo de combustible disminuirá en un alto porcentaje, siendo la conducción más cómoda y mayor el rendimiento de trabajo.

El agricultor debe actuar como un gestor de una empresa, analizando las alternativas que se presentan en relación con la mecanización en su explotación.

5.1.5- Fertilización nitrogenada

Un balance energético es una operación sencilla de entradas y salidas de energía necesarias para producir un producto como el trigo, cebada, girasol, colza, etc. Las Entradas (input) serán, en primer lugar, las energías primarias utilizadas, como el gasóleo de los tractores y máquinas que laborean la tierra, siembran, cosechan o transportan la cosecha. Pero también se ha de tener en cuenta las energías secundarias, procedentes del uso de las materias primas y de los materiales. Es el caso de los fertilizantes, fitosanitarios, semillas y de los propios tractores y máquinas en sí mismos.

El uso de los fertilizantes para incrementar el rendimiento de los cultivos es uno de los medios más eficaces de los que se dispone para aumentar la productividad de los mismos. De modo que cuanto mejor sea el conocimiento sobre la nutrición de las plantas tanto mayor será la eficiencia del fertilizante utilizado. La fertilización persigue adaptarse a las exigencias nutritivas de las plantas incluyendo sus circunstancias particulares. Si se saben las necesidades minerales de los cultivos y el potencial del suelo, es probable el éxito de la fertilización.

Los cultivos necesitan de varios elementos para crecer y tener óptimas producciones y la fertilización se basa principalmente en tres de estos elementos: nitrógeno, fósforo y potasio.

En los cultivos, el fósforo y el potasio son elementos que se requieren en menor cantidad que el nitrógeno (excepto para algunas especies), además son relativamente estables en el suelo, de modo que su aporte únicamente se relaciona con las exportaciones del cultivo. Por el contrario, el nitrógeno tiene una dinámica especial en el suelo, ya que los compuestos asimilables por las plantas, el nitrato y el amonio son muy susceptibles de pérdidas.

La Energía utilizada industrialmente en la síntesis de los distintos fertilizantes minerales nitrogenados presenta valores variables dependiendo de las fuentes consultadas. Sin embargo, bajo las mismas condiciones, esta variabilidad es baja entre fertilizantes nitrogenados. La industria de los fertilizantes minerales se fundamenta en la síntesis química del amonio, proceso que requiere un elevado consumo energético.

Tanto la síntesis de fertilizantes de fósforo como de potasio requieren entre cuatro y cinco veces menos energía que la síntesis del nitrógeno. El valor energético de los fertilizantes químicos incluye el gasto de fabricación más el contenido energético del producto, y se estima en 19.120 kcal/kg de elemento puro de nitrógeno (N), 3.346 kcal/kg de fósforo (P), y 2.151 kcal/kg de potasio (K).

La producción de fertilizantes nitrogenados depende exclusivamente de fuentes de energía no renovables.

En conclusión, los fertilizantes nitrogenados suponen ellos solos más de la mitad del coste energético de los cultivos y de ahí la importancia de hacer un uso eficiente de ellos.

En España el fertilizante más usado es el nitrógeno. Los cereales son cultivos que representan grandes requerimientos de nitrógeno. Los cereales son cultivos donde generalmente se utilizan dosis bajas de nitrógeno por hectárea, aunque debido a su gran superficie suponen grandes consumos totales de nitrógeno.

Los fertilizantes minerales nitrogenados suponen más de la mitad del coste energético de los cultivos y de ahí la importancia de hacer un uso eficiente de ellos en cualquier Programa de Ahorro y Eficiencia Energética.

La fertilización nitrogenada tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo mediante los aportes orgánicos o minerales necesarios para complementar lo que el mismo suelo es capaz de suministrar gracias a su fertilidad. Por tanto, como punto de partida se han de conocer las necesidades de nitrógeno del cultivo.

Una vez conocidas estas necesidades del cultivo, antes de aportar el abonado mineral, se deben considerar otras fuentes de nitrógeno aprovechables por el cultivo:

- o Contribución del suelo gracias a su materia orgánica y su fertilidad.
- o La contribución de los abonos orgánicos.
- o El papel de las leguminosas como fuente de aportes nitrogenados a los cultivos.
- o La contribución de los restos de cosecha.
- o La utilización de los abonos verdes.

Finalmente, y dado su elevado coste energético y económico, se utilizarán los abonos minerales para completar las necesidades del cultivo no satisfechas con estas otras fuentes de nitrógeno.

Es importante conocer la fertilidad del suelo y la cantidad de nitrógeno que es capaz de suministrar por sí mismo. El análisis NMIN (formas nítricas y amoniacales) ofrece una medida práctica a utilizar en el necesario plan de fertilización de las parcelas de cultivo.

Para conocer el nitrógeno aportado por el suelo se puede recurrir a la realización de análisis NMIN (nitrógeno nítrico y amoniacal) del suelo antes de aportar los abonos.

Residuos orgánicos como compost, purines, estiércoles o lodos, entre otros, suponen el aporte al suelo de importantes cantidades de nutrientes. La utilización de estos residuos en suelos agrícolas siempre estará supeditada a que cumplan la normativa vigente y a que su aplicación se realice con un criterio agronómico.

Los residuos orgánicos de origen ganadero, bien utilizados, pueden sustituir o reducir el uso de importantes cantidades de abonos minerales. De esta forma, se puede ayudar a resolver el problema del ganadero, supone un ahorro para el agricultor y se obtiene una mejor gestión medioambiental.

Existen una serie de dificultades a tener en cuenta:

- o la variabilidad en la composición de los residuos orgánicos.
- o las dificultades en la dosificación y reparto en campo.
- o la eficiencia de los nutrientes aportados para los cultivos.

Los estiércoles presentan mayores contenidos de nitrógeno en forma orgánica que los purines, de modo que el efecto de su aporte es más lento pero más duradero, ya que depende de la mineralización de ese nitrógeno.

En la mayoría de las ocasiones lo más beneficioso es realizar una aportación racional de los residuos ganaderos y complementar los requerimientos de los cultivos con aportes minerales. Por otro lado, los lodos de depuradora (con depuración biológica) son otro residuo orgánico de interés agrícola, con gran parte de su nitrógeno en forma orgánica que se libera lentamente en varios años tras la aplicación. Cuando se trata de residuos orgánicos procedentes de depuradoras, vertederos, residuos de la industria agroalimentaria o similares es importante prestar atención a la higienización del producto y a su contenido en metales pesados.

La introducción de leguminosas o de los barbechos en los sistemas de producción de monocultivo cerealistas permite ahorros de nitrógeno del orden de 5 kg por tonelada de cosecha de grano de cereal, lo que puede traducirse a 250 MJ de ahorro energético por tonelada de grano producido.

Las asociaciones entre gramíneas y leguminosas, se realizan para aprovechar la fijación biológica del nitrógeno por parte de la leguminosa. Existen estudios que han revelado que con esta técnica se incrementa la producción, se produce un mayor control de malas hierbas, se mejora la calidad del producto y se obtiene un importante ahorro de fertilizante nitrogenado.

En los sistemas de producción en los que no es posible utilizar materias orgánicas externas como purines, estiércoles o lodos, existe otra posibilidad de incorporar materia orgánica al suelo y esta es la realización de cultivos para enterrar completamente su biomasa, los llamados abonos verdes.

En muchas ocasiones los abonos verdes se utilizan como intercultivos, que ocupan un espacio temporal entre dos cultivos. Espacio que de otro modo hubiera quedado en barbecho, y por tanto, expuesto a la erosión y la lixiviación de nutrientes (lavado por el agua de lluvia), que de ese modo se pierden y además contaminan.

El uso racional y eficiente de los fertilizantes nitrogenados viene determinado por los tres aspectos fundamentales que se desarrollan a continuación:

o **Dosis total.** Para calcular las necesidades de nitrógeno por los cultivos se considera el potencial productivo de la parcela en base a su historial y el coeficiente de extracción del cultivo, que puede ser estudiado en cada zona climática o bien utilizar referencias existentes.

o **Momentos de su aplicación.** El nitrógeno, al tratarse de un elemento susceptible de sufrir importantes pérdidas en suelo por lixiviación, volatilización o desnitrificación, mejora su eficiencia en función de cómo se ajuste el periodo de aporte al de necesidades del cultivo. De modo que un correcto reparto mejora su eficiencia y en consecuencia se reduce la dosis necesaria. Generalmente, la mayor absorción de nitrógeno coincide con los periodos de rápido crecimiento de los cultivos. En cultivo de cereal, por ejemplo, las necesidades son prácticamente nulas hasta el inicio del ahijamiento, y son verdaderamente altas en la fase de encañado. En la práctica esto implica que en zonas secas, como son la inmensa mayoría de nuestras situaciones, será suficiente con un único aporte. En las zonas húmedas y regadíos se puede fraccionar la aplicación en uno, dos, e incluso tres aportes de cobertura, siempre que haya agua para posibilitar su utilización por el cultivo. Es fundamental tener en cuenta la correcta dosificación del agua de riego para evitar en lo posible las pérdidas de nitrógeno por lixiviación.

o **Selección de los tipos.** Un aumento de la eficiencia de un fertilizante nitrogenado daría lugar a que la dosis necesaria para un desarrollo óptimo del cultivo fuera menor. Por una parte están los Fertilizantes Nitrogenados de Liberación Lenta que, utilizando distintas estrategias, pretenden que las formas de nitrógeno asimilables por las plantas se liberen lentamente de forma que se minimicen las pérdidas. Por otra parte están los Fertilizantes Estabilizados, que se basan en que algunas formas de nitrógeno van acompañadas de moléculas inhibidoras de procesos de transformación del nitrógeno en el suelo. La efectividad de estos fertilizantes se basa en que se ralentiza la degradación de urea a amonio y así se evitan pérdidas por volatilización.

CONCLUSIONES PRÁCTICAS SOBRE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS

✓ Los fertilizantes minerales nitrogenados suponen por sí solos más de la mitad del coste energético de los cultivos y de ahí la importancia de hacer un uso eficiente de ellos en cualquier programa de ahorro y eficiencia energética.

✓ Los cultivos donde se han de intensificar las acciones de ahorro y uso eficiente de los fertilizantes minerales nitrogenados son principalmente los de regadío, por la intensidad de uso del nitrógeno. Este es el caso del maíz, la fruticultura y la horticultura intensiva. Por otro lado, no se han de olvidar los cultivos de cereales y olivar, debido a su extensión en España, aunque las cantidades aportadas por hectárea no sean elevadas.

- ✓ Es importante conocer la fertilidad del suelo y la cantidad de nitrógeno que es capaz de suministrar por sí mismo.
- ✓ Un correcto manejo y regulación de la abonadora es fundamental para conseguir un uso eficiente del nitrógeno en la explotación.
- ✓ Para aprovechar su capacidad fijadora de nitrógeno, es conveniente introducir leguminosas en los sistemas de producción, bien sea en la rotación de cultivos, o como cultivo asociado.
- ✓ Se han de utilizar los residuos orgánicos disponibles en la zona, una vez conocida su composición e higienización, realizando un correcto reparto y dosificación.
- ✓ Se recomienda incorporar al suelo la mayor parte de los restos de las cosechas para mejorar la fertilidad del suelo. Incluso se pueden utilizar cultivos como abonos verdes en los que se entierra su biomasa completa.
- ✓ Se ha de hacer un uso eficiente del nitrógeno mineral en los cultivos, a través de ajustar las dosis necesarias, de la elección de los momentos más apropiados para aportarlas y de los tipos de nitrógeno.
- ✓ Existen diversos servicios de asesoramiento ofertados por distintos Centros de Investigación y Empresas Públicas de Transferencia de tecnología agraria que se recomienda utilizar.
- ✓ Es importante utilizar herramientas como análisis de suelo, medidores de clorofilas, balances de nitrógeno con el debido asesoramiento, para ajustar las dosis de nitrógeno mineral a aportar a los cultivos.
- ✓ La agricultura de precisión es una opción interesante para conseguir ahorros significativos de fertilizantes minerales.
- ✓ Un adecuado manejo del riego resulta fundamental para obtener una buena eficiencia del nitrógeno aportado, especialmente en suelos filtrantes. La máxima eficiencia se consigue aportando el nitrógeno por fertirrigación y con riego localizado.

5.2- Uso de energías renovables en el sector agrario

Las energías renovables son fuentes de energías limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero –causantes del cambio climático- ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural.

Entre las energías renovables o también llamadas energías limpias que se pueden aplicar en el sector agrícola encontramos:

5.2.1 Energía eólica: la energía que se obtiene del viento. Es uno de los recursos energéticos más antiguos explotados por el ser humano y es a día de hoy la energía más madura y eficiente de todas las energías renovables. La energía eólica consiste en convertir la energía que produce el movimiento de las palas de un aerogenerador impulsadas por el viento en energía eléctrica.

RESUMEN DE LOS BENEFICIOS DE LA ENERGÍA EÓLICA

- Energía que se renueva
- Inagotable
- No contaminante
- Reduce el uso de combustibles fósiles
- Reduce las importaciones energéticas
- Genera riqueza y empleo local
- Contribuye al desarrollo sostenible

Siendo despejados los terrenos agrícolas, pueden acoger un aerogenerador doméstico. La electricidad es la segunda energía más consumida en agricultura: las salas de ordeño y las lecherías consumen un cuarto de esta energía, y las instalaciones para ganadería y el riego consumen un 20%. Los aerogeneradores pueden producir, con viento medio, entre 10 000 y 65 000 kWh/año. Representa una producción superior a las necesidades energéticas de una explotación agrícola más bien grande (por ejemplo: 100 vacas lecheras necesitan, en promedio, 47 000 kW/año). Se puede también revender el excedente de electricidad eólica a un operador de electricidad. La instalación de un aerogenerador en una explotación agrícola es una inversión rentable y sostenible y permite a los agricultores sacar provecho de su propio yacimiento eólico y protegerse contra el aumento del precio de la energía. Además, la energía eólica es una energía inagotable y limpia ya que no contamina el aire, los suelos o el agua.



5.2.2 Energía solar: la energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol). Las células solares fotovoltaicas convierten la luz del sol directamente en electricidad por el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. Por otro lado, los colectores solares térmicos usan paneles o espejos para absorber y concentrar el calor solar, transferirlo a un fluido y conducirlo por tuberías para su aprovechamiento en edificios e instalaciones o también para la producción de electricidad (solar termoeléctrica).

La energía solar goza de numerosos beneficios que la sitúan como una de las más prometedoras. Renovable, no contaminante y disponible en todo el planeta, contribuye al desarrollo sostenible y a la generación de empleo en las zonas en que se implanta.

Igualmente, la simplicidad de esta tecnología la convierte en idónea para su uso en puntos aislados de red, zonas rurales o de difícil acceso.

La energía solar también es útil para generar electricidad a gran escala e inyectarla en red, en especial en zonas geográficas cuya meteorología proporcione abundantes horas de sol al año.

Los módulos de captación solar requieren de un mantenimiento relativamente sencillo lo que, unido a la progresiva y acelerada disminución del coste de las células fotovoltaicas, explican las favorables perspectivas existentes actualmente para la tecnología solar. Las plantas solares, además, no emiten gases contaminantes y son extremadamente silenciosas.

RESUMEN DE BENEFICIOS DE LA ENERGÍA SOLAR

- Renovable
- Inagotable
- No contaminante
- Evita el calentamiento global
- Reduce el uso de combustibles fósiles
- Reduce las importaciones energéticas
- Genera riqueza y empleo local
- Contribuye al desarrollo sostenible
- Es modular y muy versátil, adaptable a diferentes situaciones
- Permite aplicaciones para generación eléctrica a gran escala y también para pequeños núcleos aislados de la red

El Sol proporciona energía de dos formas diferentes:

- Proporciona calor, aprovechado mediante espejos de manera que los rayos del sol se concentran en un receptor que alcanza temperaturas de hasta 1.000 °C. El calor se utiliza para calentar un fluido que genera vapor. El vapor finalmente mueve una turbina y produce electricidad.
- Proporciona luz que se convierte en electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos están formados por grupos de células o celdas solares que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).

Las placas fotovoltaicas, son muy versátiles y se pueden colocar en la misma tierra o incluso como placas flotantes en las balsas en aquellas parcelas de regadío. Esto tendría otros beneficios asociados, como la disminución de la pérdida de agua por evaporación y reducción del número de algas en el embalse, al reducirse la entrada de luz. Además de ahorrar espacio de terreno de cultivo, ya que se utiliza un espacio (lámina de agua) sin aprovechamiento distinto a la acumulación de agua. Por cada megavatio de energía solar producida se evita la emisión de 267 kilos de CO₂ a la atmósfera.



Foto número: Placas fotovoltaicas flotantes en embalse de riego.



Foto placas fotovoltaicas sobre cultivo

5.2.3 Energía geotérmica: es un tipo de energía renovable y limpia que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar, tanto para calefacción como para refrigeración y para obtener agua caliente sanitaria.

Existen dos tipos de energía geotérmica:

- La energía geotérmica de baja y muy baja temperatura (entre 17º y 90º). Como su propio nombre indica, se basa en el aprovechamiento, no tanto de las altas temperaturas de la tierra que solo se dan en lugares muy concretos, sino en la estabilidad térmica del terreno a profundidades superiores a 20 m., cercana a los 17º. Su contenido de calor es insuficiente para producir energía eléctrica pero este tipo de energía de baja temperatura puede ser aprovechada para climatizar un edificio y obtener agua caliente sanitaria.
- La geotérmica de media y alta temperatura (entre 90º y más de 150º). Solo es posible en zonas del planeta con condiciones especiales de actividad tectónica, en las que se aprovecha la alta temperatura de las rocas y del agua de los acuíferos para la obtención de electricidad mediante el uso de ciclos combinados.

La geotermia es la energía más eficiente tanto desde un punto de vista de consumo energético como de ahorro económico.

Las principales ventajas de optar por la energía geotérmica y las bombas de calor geotérmicas son las siguientes:

- Rápida amortización de la inversión: Entre 4 y 8 años.
- Ahorro energético superior al 50% respecto a otros sistemas de climatización.
- Bajo coste de mantenimiento y reducción de la potencia contratada
- Larga vida útil de la instalación, superior a 50 años.
- Inexistencia de ruidos ya que no hay ventiladores ni compresores externos.
- Sin emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- Inexistencia de torres de refrigeración por lo que elimina el riesgo de legionelosis.
- Flexibilidad en la ubicación ocupando muy poco espacio sin necesidades de ventilación

La energía geotérmica es útil para su aplicación en invernaderos, espacios agrícolas, instalaciones ganaderas y plantas de procesamiento de alimentos. El uso de la calefacción geotérmica para invernaderos disminuye las infecciones de hongos y reduce los costos de combustible hasta en un 80 por ciento, lo que supone un ahorro importante para los presupuestos de explotación.

Los invernaderos de uso agrícola tienen unas necesidades energéticas para las que se necesitarían alrededor de 400 toneladas de combustible de media por hectárea en los meses menos cálidos. Estas necesidades de combustibles fósiles se reducirían a 0 por el uso del calor interno y el gas natural que se produce a ciertas profundidades.



5.2.4 Biocombustibles: bioetanol, biodiesel, biomasa y biogás

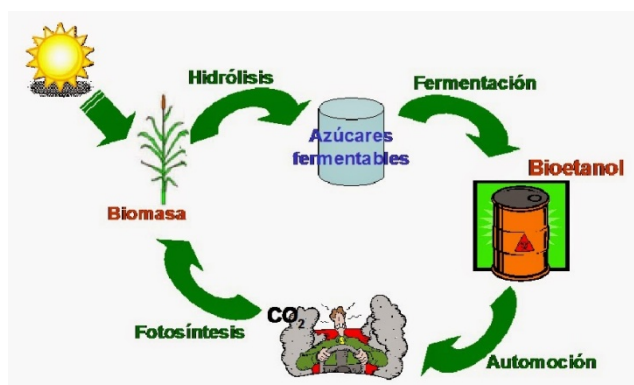
Los biocombustibles se pueden clasificar según la fuente y el tipo. Se derivan de productos forestales, agrícolas y pesqueros o desechos municipales, así como de subproductos y desechos de la agroindustria, la industria alimentaria y los servicios alimentarios. Pueden ser sólidos, como la leña, el carbón vegetal y los gránulos de madera; líquidos, como el etanol, el biodiésel y el aceite de pirólisis, o gaseosos, como el biogás.

También se hace una distinción elemental entre biocombustibles primarios (sin elaborar) y secundarios (elaborados):

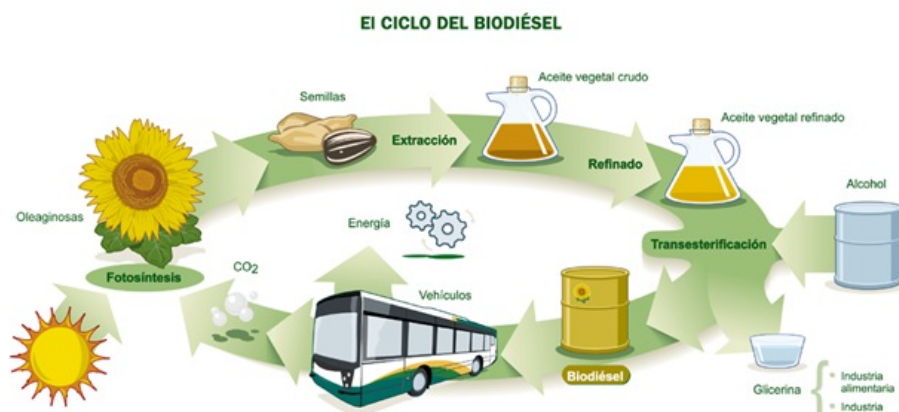
- Los biocombustibles primarios, como la leña, las astillas y los gránulos de madera son aquellos en los que el material orgánico se usa esencialmente en su forma natural (tal como se han recogido). Este tipo de biocombustible es de combustión directa y en general se usa para satisfacer la demanda de combustible para cocinar o generar calefacción o electricidad en aplicaciones industriales en pequeña y gran escala.
- Los biocombustibles secundarios en forma sólida (por ejemplo, el carbón vegetal), líquida (por ejemplo, el etanol, el biodiésel y el biopetróleo), o gaseosa (por

ejemplo, el biogás, el gas de síntesis y el hidrógeno) pueden usarse en un número mayor de aplicaciones, como el transporte y procesos industriales a altas temperaturas.

- **Bioetanol:** combustible orgánico apto para la automoción que se logra mediante procesos de fermentación de productos vegetales. Cualquier materia prima con un alto contenido de azúcar, o de ingredientes que se convierten en azúcar como el almidón o la celulosa, se puede usar para producir etanol. Sin embargo, estos productos feculentos representan solo un pequeño porcentaje de la masa vegetal total. La materia vegetal se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina; las dos primeras se pueden convertir en alcohol una vez convertidas en azúcar, aunque este procedimiento es más difícil que el de convertir almidón en azúcar.



- **Biodiésel:** combustible orgánico para automoción, entre otras aplicaciones, que se obtiene a partir de aceites vegetales. El biodiésel se produce a partir de la combinación de aceite vegetal o grasa animal con un alcohol y un catalizador por medio de un proceso químico conocido como transesterificación.



Conversión de materias primas agrícolas en biocombustibles líquidos:

CULTIVOS DE AZÚCAR	Caña de azúcar	Fermentación y destilación	ETANOL
	Remolacha azucarera		
CULTIVOS FECULENTOS	Maíz	Sacarificación, fermentación y destilación	
	Trigo		
	Cebada		
	Centeno		
MATERIALES CELULÓSICOS	Pasto varilla		
	Tallos triturados de las cosechas		
CULTIVOS OLEAGINOSOS	Colza	Extracción y esterilización	BIODIESEL
	Palma de aceite		
	Soja		
	Girasol		
	Maní		
	Jatrofa		

La contribución de cada biocombustible al suministro de energía depende tanto del contenido energético del combustible como de la energía que se gasta en producirlo.

Esta última comprende la energía necesaria para cultivar y cosechar la materia prima, convertirla en biocombustible y transportarla junto con el biocombustible derivado de ella en las diversas fases de su producción y distribución. El balance de energía fósil expresa la proporción entre la energía contenida en el biocombustible y la energía fósil empleada en su producción. Un balance de energía fósil de 1,0 significa que se necesita tanta energía para producir un litro de biocombustible como energía contenga éste; en otras palabras, el biocombustible en cuestión no supone ni ganancias ni pérdidas netas de energía. Un balance de energía de combustible fósil de 2,0 significa que un litro de biocombustible contiene el doble de la energía que se necesita para producirlo.

Los biocombustibles se elaboran a partir de biomasa; en teoría, por tanto, deben ser neutrales por lo que se refiere a las emisiones de dióxido de carbono, ya que durante su combustión se libera de nuevo a la atmósfera solo el carbono captado por la planta durante su crecimiento, a diferencia de los combustibles fósiles, que liberan el carbono almacenado durante millones de años debajo de la superficie de la tierra.

El efecto neto de un determinado biocombustible para las emisiones de gases de efecto invernadero es menester analizar las emisiones a lo largo del ciclo de vida del biocombustible: sembrar y cosechar el cultivo; convertir la materia prima en biocombustible; transportar la materia prima y el combustible final, y almacenar, distribuir y vender al por menor el combustible, incluidos los efectos de alimentar con combustible un vehículo y las emisiones causadas por la combustión.

RESUMEN DE LA UTILIZACIÓN DE BIOCUMBUSTIBLES

✓ La bioenergía proporciona aproximadamente el 10 por ciento del suministro mundial de energía. La mayor parte de ese porcentaje corresponde a la biomasa tradicional sin elaborar, pero la bioenergía comercial adquiere una importancia cada vez mayor.

✓ Los biocombustibles líquidos para el transporte son objeto de la mayor atención y su producción ha experimentado un rápido crecimiento. Sin embargo, desde el punto de vista cuantitativo, desempeñan solo una función marginal: proporcionan el 1 por ciento del consumo total de combustible para el transporte y el 0,2- 0,3 por ciento del consumo total de energía a nivel mundial.

✓ Los principales biocombustibles líquidos son el etanol y el biodiésel. Ambos se pueden producir a partir de una amplia gama de materias primas. Los principales productores son el Brasil y los Estados Unidos de América, en el caso del etanol, y la Unión Europea, en el caso del biodiésel.

✓ Las tecnologías actuales de producción de biocombustibles líquidos utilizan como materia prima productos agrícolas básicos. El etanol se produce a partir de cultivos de azúcar o almidón, entre los cuales los más importantes, en cuanto a su volumen, son la caña de azúcar en el Brasil y el maíz en los Estados Unidos de América. La producción de biodiésel se basa en varios cultivos oleaginosos.

✓ La producción en gran escala de biocombustibles supone necesidades considerables de tierra para la producción de materias primas. Es por tanto de esperar que los combustibles líquidos desplacen a los combustibles fósiles para el transporte solo en un grado muy reducido.

✓ A pesar de que los biocombustibles líquidos satisfacen solamente una pequeña parte de las necesidades mundiales de energía, todavía podrían tener efectos considerables para la agricultura global y los mercados agrícolas, dado el volumen de materias primas y las necesidades conexas de tierra para su producción.

✓ La contribución de los diferentes biocombustibles a la reducción del consumo de combustible fósil varía considerablemente si se tiene en cuenta la energía fósil usada como insumo en su producción. El balance de energía fósil de un biocombustible depende de factores como las características de la materia prima, el lugar de producción, las prácticas agrícolas y la fuente de energía usada para el proceso de conversión. Diferentes combustibles fósiles rinden también de manera muy diferente en lo que respecta a su contribución a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

✓ Los biocombustibles de segunda generación actualmente en vías de desarrollo se producirían a partir de materias primas lignocelulósicas como la madera, los pastos altos y los residuos leñosos y agrícolas. Ello se traduciría en un aumento de las posibilidades cuantitativas de producción de biocombustibles por hectárea de tierra, así como en un mejoramiento de los balances de energía fósil y de gases de efecto invernadero de los biocombustibles. No obstante, no se sabe cuándo entrarán en producción esas tecnologías en una escala comercial significativa.

- **Biomasa y biogás:** la energía que se extrae de materia orgánica. El biogás es un gas compuesto principalmente por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), en proporciones variables dependiendo de la composición de la materia orgánica a partir de la cual se ha generado. Las principales fuentes de biogás son los residuos ganaderos y agroindustriales, los lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDARs) y la fracción orgánica de los residuos domésticos. Los procesos de descomposición biológica en ausencia de oxígeno (anaerobios) que permiten producir biogás a partir de materia orgánica suceden en vertederos o en reactores cerrados comúnmente conocidos como digestores anaerobios. La desgasificación de vertederos mediante la captación del biogás generado permite mejorar las condiciones de seguridad de explotación de dichos vertederos, llevándose a cabo también en muchos casos un aprovechamiento energético del biogás captado. En el caso de los digestores anaerobios, se alimenta la materia orgánica (sustratos), y se mantienen unas determinadas condiciones de operación (tiempo de residencia, temperatura, etc.). A fin de maximizar la producción de biogás en los digestores, es habitual mezclar distintos tipos de sustratos (co-digestión), debiendo tener especial cuidado para que la mezcla escogida permita que los procesos biológicos transcurran sin inhibiciones. El biogás es la única energía renovable que puede usarse para cualquiera de las grandes aplicaciones energéticas: eléctrica, térmica o como carburante. Puede desde canalizarse para su uso directo en una caldera adaptada para su combustión, a inyectarse previa purificación hasta biometano en las infraestructuras de gas natural existentes, tanto de transporte como de distribución. Dado que el CH₄ tiene un potencial de calentamiento global 21 veces superior al CO₂, el aprovechamiento apropiado del biogás tiene un gran potencial para contribuir a reducir emisiones de gases de efecto invernadero.

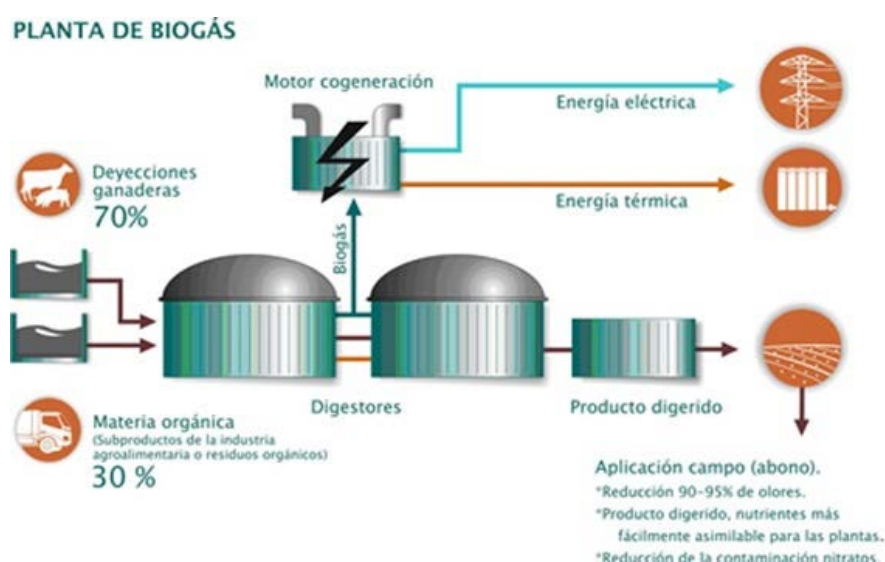
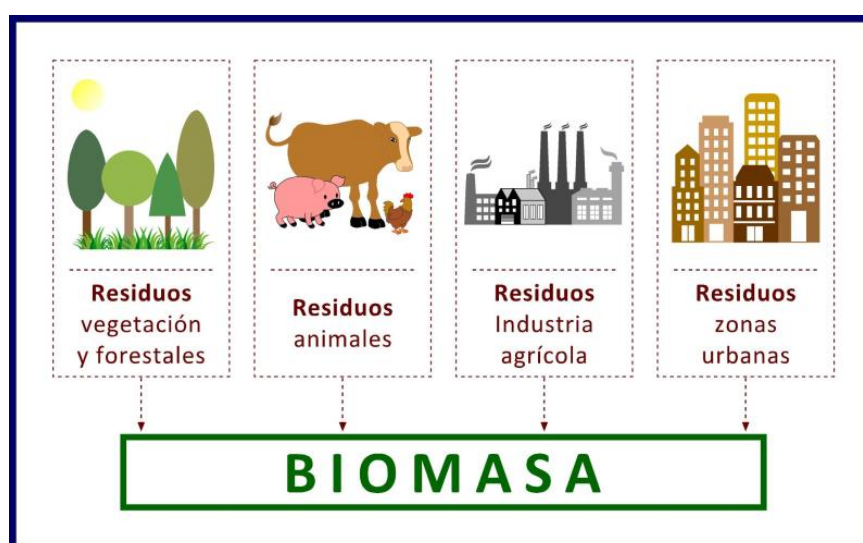
La biomasa es el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial. La Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables, define la biomasa como “la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales”.

Es decir, la biomasa es un concepto muy amplio que incluye desde los residuos procedentes de las actividades forestales, agrícolas y ganaderas hasta la fracción orgánica de los residuos domésticos e industriales, pasando por los subproductos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera. Por sus particulares características, y por su diferente tratamiento normativo, los residuos domésticos e industriales se tratan de forma separada en el apartado de residuos.

Los principales combustibles obtenidos a partir de la biomasa son leñas, astillas, pellets, huesos de aceituna y cáscaras de frutos.

Las aplicaciones térmicas de la biomasa se pueden realizar principalmente a través de calderas, estufas o chimeneas. Las calderas son los únicos equipos capaces de dar al mismo tiempo calefacción y agua caliente sanitaria, mientras que las estufas y chimeneas permiten calentar la estancia en la que se encuentran ubicadas.

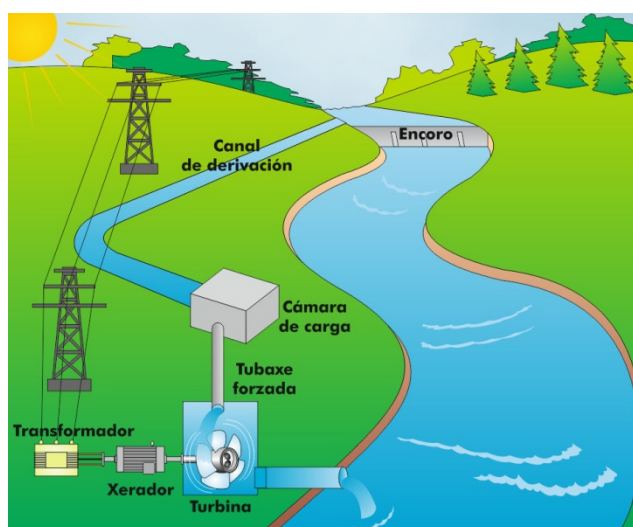
Por último, conviene recordar que la movilización de biomasa no supone únicamente la obtención de un combustible renovable, neutro en cuanto a emisiones de CO₂ y competitivo en precio con los combustibles fósiles que se importan desde fuera de España, sino que también juega un papel fundamental en la mejora de la gestión de los montes y en el desarrollo socio-económico de las áreas rurales españolas.



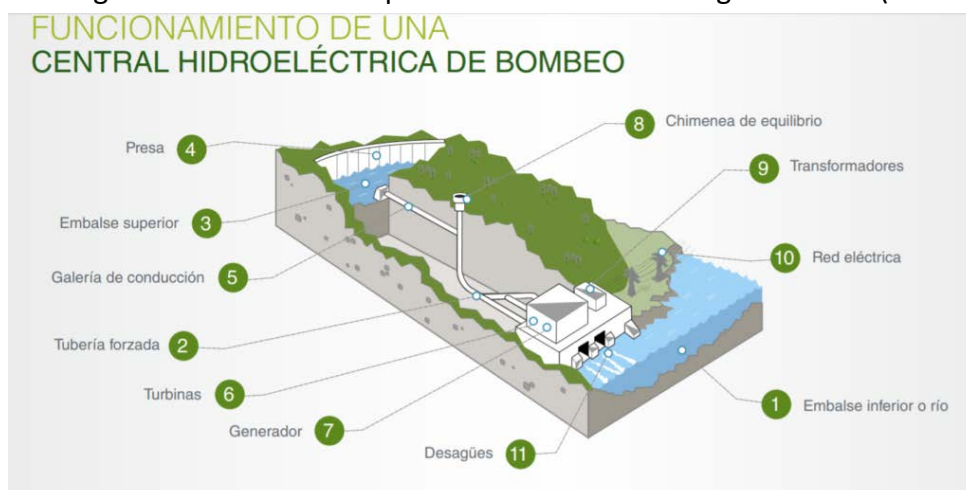
5.2.5 Energía hidráulica o hidroeléctrica: La energía hidroeléctrica es aquella que se obtiene de aprovechar la energía potencial de una masa de agua situada en un punto del cauce del río (el más alto del aprovechamiento) para convertirla primero en energía mecánica y finalmente en energía eléctrica disponible en el punto más bajo del aprovechamiento.

En función de la tipología del aprovechamiento, las centrales se pueden clasificar principalmente en tres grandes grupos:

Centrales de agua fluyente: son aprovechamientos que, mediante una obra de toma en un azud, captan una parte del caudal circulante por el río, lo conducen hacia la central para ser turbinado y posteriormente, es restituído al río.



Centrales de pie de presa: son instalaciones que aprovechan el desnivel creado por la propia presa, pudiendo regular los caudales de salida para ser turbinados en función de los usos de la presa (hidroeléctricos, regadíos o abastecimientos) o en el momento preciso. Dentro de esta tipología, cabe destacar las **centrales de bombeo o reversibles**, que además de generar energía como una central convencional (modo turbinación), tienen la capacidad de elevar el agua a un embalse o depósito consumiendo energía eléctrica (modo bombeo).



Centrales integradas en redes de aguas: son aprovechamientos que se integran en canales de riego y de navegación, en redes de distribución de agua potable o tuberías en presión y en estaciones de tratamiento de aguas residuales.

Se entiende por minicentral hidroeléctrica, aquella instalación hidroeléctrica cuya potencia instalada es igual o inferior a los 10 MW.

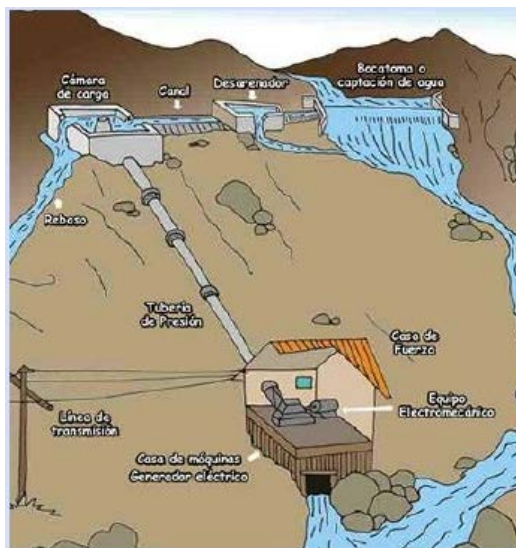


Foto: ejemplo de minicentral eléctrica

España ocupa un papel destacado en el área hidroeléctrica a nivel europeo, situándose en tercer lugar respecto al resto de países de la Unión Europea en cuanto a potencia hidroeléctrica instalada con centrales menores de 10 MW y el cuarto lugar en cuanto a centrales de potencia mayor de 10 MW. España cuenta con un consolidado sistema de generación de energía hidroeléctrica y un sector tecnológicamente maduro en este área. Esto se debe a varios factores, como la existencia de importantes recursos hidrológicos y una larga tradición histórica en el desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos.

La superficie terrestre está cubierta en un 71% de agua. La energía hidroeléctrica proviene indirectamente de la energía del sol, responsable del ciclo hidrológico natural. La radiación que procede de las fusiones nucleares que se producen en el sol calienta la superficie terrestre, ríos, lagos y océanos, provocando la evaporación del agua. El aire caliente transporta el agua evaporada en forma de nubes y niebla a distintos puntos del planeta, donde cae nuevamente en forma de lluvia y nieve. Una parte de la energía solar permanece almacenada en el agua de los ríos, los lagos y los glaciares. Las centrales y minicentrales hidroeléctricas transforman esa energía en electricidad, aprovechando la diferencia de desnivel existente entre dos puntos. La energía se transforma primero en energía mecánica en la turbina hidráulica, ésta activa el generador, que transforma en un segundo paso la energía mecánica en energía eléctrica.

VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

- ✓ **Las energías renovables son respetuosas con el medioambiente.** La mayoría de ellas no producen emisiones CO₂, gases de efecto invernadero u otras emisiones contaminantes a la atmósfera, al contrario que sucede con los combustibles fósiles o renovables. Con estas energías disminuye el efecto invernadero.
- ✓ **Las energías renovables son ilimitadas.** Contrariamente a lo que ocurre con la energía nuclear o los combustibles fósiles, las energías renovables se obtienen de recursos inagotables de la naturaleza y normalmente se puede recurrir permanentemente a ellas.
- ✓ **Las energías renovables son más seguras para nuestra salud,** principalmente porque es más sencillo su desmantelamiento, porque no es necesario que se custodien sus residuos a la hora de finalizar la explotación.
- ✓ **Las energías renovables sortean la dependencia exterior.** Desarrollan la economía de la región, promoviendo su autonomía. Como se captan a partir del aprovechamiento de recursos naturales, y éstos se ubican a lo largo de la superficie del planeta, han permitido a los países desarrollar tecnologías propias, como paneles o placas solares y molinos eólicos, entre otros. Es así que a día de hoy, inclusive podemos fabricar energía en nuestras casas.
- ✓ **Las energías renovables son más beneficiosas a la hora de fomentar la ocupación,** ya que crean cinco veces más puestos de empleo que las energías convencionales.

INCONVENIENTES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Sin duda alguna **son más las ventajas que los inconvenientes de las energías renovables**, si las comparamos con cualquier otro tipo de fuente energética. Pero también tiene algunas desventajas, tales como:

- ✓ **Algunos tipos de energía renovable causan efectos negativos sobre el ecosistema.** No todas las energías renovables son 100% verdes (no contaminantes), la energía geotérmica arrastra a la superficie sales y minerales no deseados y tóxicos. A pesar de esto, el nivel de contaminación siempre es mayor en la producción de energías no renovables.
- ✓ **La obtención de energía renovable es irregular.** Al depender de elementos naturales se puede pensar que cuando no se dan las condiciones óptimas se deja de obtener energía. La solución es que existen medios de almacenamiento de energía muy potentes que permiten guardar tanta electricidad como demanda la red.
- ✓ **Diversidad geográfica de los recursos.** No todas las regiones disponen de los mismos recursos naturales, por consiguiente, es imposible que obtengan las mismas cantidades y tipos de energía. Por eso decimos que las energías renovables está en desarrollo y será de largo recorrido.

5.3- Optimización en el uso de los recursos hídricos en las explotaciones agrarias.

El manejo de recursos hídricos se refiere a la planeación, explotación y distribución de bienes acuíferos en ecosistemas de pastizales con miras a lograr una asignación equitativa del recurso que permita preservar el medio ambiente natural, facilitar el desarrollo económico y sustentar actividades recreativas.

Las prácticas de manejo de recursos hídricos aportan estrategias orientadas a reducir las inundaciones, prevenir la erosión, proteger la calidad y cantidad de agua y mitigar el impacto de la sequía, al tiempo que se protegen servicios ambientales como la filtración de nutrientes y patógenos de escorrentías superficiales que desembocarán en arroyos y lagos.

La combinación de un manejo ineficaz de los recursos hídricos y el pastoreo de ganado cerca de fuentes acuáticas han generado una degradación en la cantidad y calidad del agua, sobre todo en las zonas aledañas a arroyos y ríos. Al adoptar buenas prácticas de manejo del agua, los ganaderos y administradores de tierras podrán minimizar o incluso eliminar los efectos negativos del pastoreo de ganado en zonas riparias.

Algunas de las Mejoras ambientales de las zonas de regadío son las que se detallan a continuación

- Evitando las filtraciones y escorrentías que produce el riego y que pueden ser fuentes de contaminación de las aguas subterráneas y de los cauces superficiales, por medio de revestimientos o utilizar tuberías. El drenaje de tierras de regadío tiene dos propósitos: reducir el exceso de agua de las tierras e, igualmente importante, controlar y reducir la salinización que inevitablemente acompaña a las tierras que tienen drenaje natural insuficiente en las regiones áridas y semiáridas. El drenaje adecuado también permite la diversificación de cultivos y la intensificación del uso de la tierra, el crecimiento de variedades de alto rendimiento, el uso efectivo de insumos tales como los fertilizantes y el uso de maquinaria agrícola. El drenaje tiene dos inconvenientes importantes. Primero, el agua de drenaje a menudo está contaminada con sales, microelementos, sedimentos y trazas de insumos agrícolas, por lo tanto, las aguas de drenaje deben ser evacuadas de una manera apropiada. Segundo, la mejora del drenaje en un área incrementa el caudal aguas abajo, aumentando así el riesgo de inundaciones. Por lo tanto, los nuevos proyectos de drenaje deben considerar no sólo los beneficios de una producción agrícola sostenible sino también los efectos colaterales sobre el medio ambiente.
- Evitando la sobreexplotación de los acuíferos y procediendo a su recarga forzada, cuando las circunstancias así lo aconsejen.
- Reducir la evaporación evitando los riegos de medio día y utilizar riego por aspersión por debajo de la copa de los árboles en vez de riego por aspersión sobre la copa de los mismos.
- Riego con aguas residuales. La reducción de la carga contaminante de las aguas residuales de fincas, industrias y áreas urbanas permitiría que una buena parte se utilizara para regar. Los beneficios potenciales del riego con aguas residuales son enormes.
- Evitar el riego excesivo.

- Controlar las malas hierbas en las fajas entre cultivos y mantener secas estas fajas.
- Sembrar y cosechar en los momentos óptimos.
- Regar frecuentemente con la cantidad correcta de agua para evitar déficits de humedad del cultivo.
- Manteniendo la fertilidad de los suelos de regadío y evitar su degradación.
- Mantener y, en su caso, recuperando acuíferos y humedales.
- Actuando contra la desertificación de ciertas zonas del país.
- Preservando la biodiversidad de la flora y la fauna y del paisaje propios de los ecosistemas del regadío.
- Cumpliendo con la normativa de protección medioambiental prevista en la legislación española y de la Unión europea.

Algunas de las Mejoras sociales de las zonas de regadío son las que se detallan a continuación:

- Mejora del nivel de vida de algunas zonas rurales deprimidas mediante la transformación de ciertas pequeñas áreas que permiten su puesta en regadío.
- Fijación de la población rural por el efecto sobre la creación de empleo directo e inducido del regadío.
- Formación y capacitación de los agricultores en técnicas de riego, para un mejor aprovechamiento del agua y de las nuevas tecnologías del regadío
- Mejora ergonómica del trabajo en el regadío, introduciendo ahorro de trabajo y mejora de su calidad en la aplicación del riego mediante la automatización y la telegestión.
- Contribución al equilibrio territorial mediante un uso adecuado de las infraestructuras.

Algunas de las Mejoras de la productividad agraria de las zonas de regadío son las que se detallan a continuación:

- Consolidación del sistema agroalimentario español.
- Diversificación de la producción agrícola.
- Aumento de la productividad agrícola.

Para la optimización en los usos de los recursos hídricos es fundamental la coordinación entre distintas Administraciones y Departamentos

- Coordinación de las distintas Administraciones (General del Estado y Autonómica) en la aplicación de los programas.
- Coordinación de las políticas agrarias, hidráulicas y medioambientales.

Las principales actuaciones a realizar para la optimización de los recursos hídricos son las que se detallan a continuación:

1. Inversiones para la modernización integral de regadíos. Modernizar una zona o sector de regadío tradicional con sistema de riego a pie, a un sistema de riego presurizado por aspersión o goteo.
2. Mejora de las infraestructuras hidráulicas tradicionales. Entubados y revestimientos.
3. Mejora de las infraestructuras de captación, transporte y distribución en los sistemas de riego a presión.
4. Construcción o mejora de las redes de drenaje.
5. Construcción o mejora de balsas de riego, con el fin de incrementar la capacidad de regulación y almacenamiento de agua.
6. Dotación y automatización de los elementos de control, regulación y distribución de las redes de riego tradicionales y presurizadas.
7. Mejora, adaptación o dotación de sistemas de bombeo que contribuyan a un uso más eficiente de la energía.
8. Dotación o mejora de las instalaciones eléctricas vinculadas a la infraestructura de regadío.
9. Dotación de instalaciones de generación de energías renovables en la propia zona de riego con fines de autoconsumo para el funcionamiento de la infraestructura, en sustitución de energía proveniente de fuentes convencionales.
10. Instalación o mejora de elementos de medición de la extracción y consumo de agua (caudalímetros, aforadores o similares).
11. Infraestructuras de reutilización de aguas regeneradas o desaladas para su uso agrario permitiendo, al menos, una reducción equivalente del suministro tradicional para riego;
12. Implantación o mejora de tecnologías de información y comunicaciones (TIC) para la mejora de la gestión del agua y de la energía en la infraestructura.
13. Actuaciones para la reducción, mejora o compensación de los efectos ambientales del regadío y mejora de la calidad de aguas de retorno.

El agua es el principal recurso que necesita la agricultura para subsistir, de un buen aprovechamiento y gestión de la misma dependerá las existencias de agua en un futuro. Son esenciales unas prácticas correctas, acompañadas de unas políticas que las apoyen, para conseguir importantes mejoras en la eficiencia hídrica de la agricultura.

“El objetivo es “asegurar que el uso del agua en la agricultura se haga de forma más eficiente, productiva, equitativa y respetuosa del medio ambiente. Se trata de producir más alimentos utilizando menos agua, aumentar la resiliencia de las comunidades agrícolas para hacer frente a las inundaciones y las sequías, y la aplicación de tecnologías limpias que protejan el medio ambiente”.

5.4- Mejora de la biodiversidad en las explotaciones agrarias

Las principales recomendaciones para el mantenimiento de la biodiversidad en el sector agrario son las siguientes:

Recomendaciones relativas al manejo de los cultivos

- Dejando descansar una parte de las tierras es posible recuperar la fertilidad natural del suelo. La práctica tradicional del barbecho supone grandes ventajas agronómicas puesto que contribuye a recuperar la fertilidad del suelo. Los barbechos crean rodales de pastizal en donde pueden crecer muchas especies vegetales.
- Introducir diversidad en sus cultivos. La coexistencia de diferentes especies vegetales en los cultivos diversifica las oportunidades de la fauna silvestre para conseguir alimentación y refugio y favorece su reproducción. La plantación de frutales en los cultivos le permitirá disponer de fruta de calidad y confianza para el consumo familiar, recuperar especies y variedades cultivadas en la localidad y mejorar la calidad del paisaje de su explotación, todo lo cual puede comportarle una gran satisfacción sin reducir por ello la rentabilidad de su actividad. Desde el punto de vista agronómico, la práctica del policultivo con especies complementarias puede servir para aprovechar de manera óptima los recursos del terreno.
- Es aconsejable retrasar en lo posible la cosecha de cereal, optando por variedades de ciclo más largo. Cuanto más tiempo esté la mies en el campo, mayor será la probabilidad de éxito de cría de las aves que nidifican en el suelo. Con ello disfrutará de la presencia de aves tan familiares como las perdices y codornices, o de otras como las alondras, cogujadas y totovías que alegran con sus cantos los terrenos agrícolas.
- En zonas cerealistas, mantener la siembra de girasol en las rotaciones de cultivo. La rotación de cultivos herbáceos es muy aconsejable desde el punto de vista agronómico y, además, diversifica la producción y, con ello, reduce los riesgos económicos. La hoja de girasol ofrece refugio durante el verano a aves como el aguilucho cenizo o la avutarda y ayuda a garantizar su reproducción. También es un espacio que pueden utilizar los reptiles y mamíferos para protegerse del rigor del calor estival, y sirve de alimento a una gran cantidad de fauna, tanto cinegética (tórtola común, paloma torcaz...), como no cinegética.
- Evitar que se conviertan en un monocultivo los nuevos cultivos con fines energéticos. Los monocultivos no son aconsejables desde el punto de vista agronómico (por la mayor incidencia de plagas y enfermedades y el agotamiento de los recursos del suelo, por ejemplo) ni de la estrategia empresarial (ya que comportan un aumento del riesgo). El respeto de esta recomendación puede contribuir al mantenimiento de aves como el sisón, la

avutarda, la calandria, etc. Al evitar que cultivos de elevada densidad cubran una gran extensión de territorio se mantienen las oportunidades para que rapaces como el cernícalo primilla y el aguilucho cenizo consigan sus presas.

- Al forzar las explotaciones extensivas de secano, puede verse disminuida su rentabilidad. Los sistemas agrarios extensivos mantienen muchas especies de flora y fauna silvestres y variedades o razas domesticadas adaptadas para el aprovechamiento de los recursos locales (biodiversidad agraria).

- Recuperar y conservar los cultivos tradicionales y las variedades locales. La especialización de la agricultura ha supuesto la difusión de las variedades comerciales, que por su mayor productividad, su adaptación a las exigencias de los mercados o por otras razones de oportunidad han desplazado a otras variedades.

- Considerar el cultivo de leguminosas en las rotaciones de cultivos herbáceos y en los pastizales. Las leguminosas constituyen un buen alimento para el ganado y para la fauna silvestre en los enclaves agrarios. La recuperación de estos cultivos supone una mejora de la biodiversidad agraria. Estas especies fijan nitrógeno de la atmósfera y lo hacen asimilable para los cultivos sucesivos. Este aporte no es nada desdeñable y contribuye a reducir la dosis de abonado del resto de cultivos con los que entran en rotación, lo que reporta un ahorro económico y es beneficioso ambientalmente al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- En campiñas cerealistas, algunas sencillas prácticas son beneficiosas para las aves esteparias. En las últimas décadas se ha producido un declive de las aves ligadas a los sistemas agropecuarios porque no han podido adaptarse a los cambios en las prácticas de cultivo y a la sustitución de unos cultivos por otros. El mantenimiento de los cultivos herbáceos extensivos de secano y de los elementos estructurales de la finca (barbechos de larga duración, linderos o rastrojos en invierno, muretes, etc.) son fundamentales para la conservación de la biodiversidad de las campiñas y de las aves esteparias que en ellas habitan.

- Practicar la agricultura ecológica o la producción integrada o tener en cuenta sus recomendaciones. El respeto de la biodiversidad agraria es uno de los fundamentos de la agricultura ecológica e integrada. Las prácticas de manejo derivadas de la aplicación de sus normas repercuten en el fortalecimiento de los ciclos naturales de materiales y energía en la explotación. La no utilización de productos de síntesis, o la utilización de aquéllos más respetuosos con el medio ambiente y cuando sea imprescindible, la importancia que cobra la rotación de cultivos y el policultivo son estímulos para la biodiversidad animal y vegetal.

- Conservar algunos olivos viejos y singulares al renovar el olivar. Los troncos de los olivos viejos son refugio de numerosas especies de insectos, aves y pequeños mamíferos. El mantenimiento de los ejemplares más antiguos, generalmente de variedades locales, contribuye a preservar la biodiversidad agrícola. Se agradece la sombra y la presencia de los olivos adultos. La parcela, además, conservará parte de su pasado. En caso de cambio de variedad, en ocasiones será posible seguir disfrutando del aceite de siempre.

Recomendaciones relativas a la gestión del suelo

- Puede aprovecharse el estiércol y el compost para abonar sus cultivos. El incremento de materia orgánica en los suelos favorece la actividad biológica y mejora su fertilidad; todo ello es beneficioso para la biodiversidad. La mejora de la estructura del suelo contribuye a aumentar la infiltración y retención del agua de la lluvia y del riego, y se reduce el riesgo de erosión.
- Adoptar técnicas de la agricultura de conservación adecuadas al suelo. Las técnicas de la agricultura de conservación contribuyen al aumento del contenido de materia orgánica del suelo y mejora su estructura. Ello favorece la vida de invertebrados y pequeños vertebrados que son alimento de otras especies de mayor porte. Además, la reducción de la actividad mecánica sobre los suelos reduce las molestias para la nidificación de numerosas especies de aves, y las cubiertas vegetales son también fuente de protección y alimento para las mismas.
- Se pueden utilizar piedras, restos de poda o implantar vegetación para corregir y rellenar las cárcavas y regajos ocasionados por la erosión. Aparte de los beneficios de esta medida en la lucha contra la erosión, el relleno con restos vegetales de las cárcavas es muy positivo en tanto que proporciona refugio y alimento a la fauna. Asimismo, la plantación de vegetación leñosa origina bosquetes lineales de vegetación natural en las zonas de cultivo. La acumulación ocasional de agua en albarradas resulta muy beneficiosa para la fauna, que las utilizarán como bebedero y hasta podrán ser utilizada por los sapos y otros anfibios para su reproducción.
- Mantener el rastrojo sobre el terreno el mayor tiempo posible. Las aves esteparias y otros animales tienen preferencia por las rastrojeras al ser lugares en donde el alimento es abundante y es sencillo camuflarse. Los rastrojos aumentan la materia orgánica del suelo y su permanencia en el terreno contribuye a evitar la erosión.
- Afianzar los taludes con vegetación. Además de los beneficios para prevenir la erosión, este tapiz de vegetación constituye un refugio y hábitat para la fauna y enriquece y da amenidad a su finca, mejorando el paisaje en su conjunto.
- Se pueden ahorrar labores sembrando directamente sobre el rastrojo. La continuidad en esta práctica trae consigo el aumento de la materia orgánica del suelo y ofrece mayores oportunidades de alimentación a la fauna silvestre. Por otra parte, la reducción del paso de maquinaria evita molestias, en particular para las aves. A pesar de que la maquinaria necesaria exige un mayor coste inicial, se produce una importante reducción de costes de cultivo (menor laboreo, y menor necesidad de abonado), se reduce sustancialmente la erosión y, en algunos casos, se mejoran los rendimientos de cultivo. Además, se aumenta la capacidad de secuestro de CO₂ del suelo, se reducen las emisiones de este gas, se disminuyen la escorrentía y el riesgo de contaminación de aguas superficiales y se aumenta la capacidad de retención de agua del suelo.
- Utilizar cubiertas vegetales en su olivar y otros cultivos leñosos. Las cubiertas vegetales son fuente de refugio y alimento para múltiples especies de animales. También aportan belleza al paisaje. El cultivo leñoso puede verse beneficiado por el nitrógeno fijado en el suelo en el caso de especies de leguminosas. Además de todas estas ventajas, se

reduce la erosión, lo que es fundamental para la sostenibilidad económica y medioambiental de la explotación.

- Evitar la quema de rastrojos y de los restos de poda. Cuando se queman los rastrojos, se libera instantáneamente los compuestos de carbono fijados por las plantas, impidiendo su incorporación al suelo en forma de materia orgánica. Con ello, se desprende CO₂, un gas de efecto invernadero. La quema de restos de cultivo en el terreno provoca la muerte de insectos, reptiles y pequeños mamíferos que viven en el suelo y que constituyen la fuente de alimento de aves y otras especies animales.

- Pueden aprovecharse los restos de poda picados para crear una cubierta sobre su suelo. El aporte de los restos de poda al suelo, aparte de proporcionar a éste protección contra la erosión, supone un aumento del contenido de materia orgánica, muy positivo para la fertilidad del suelo y la biodiversidad agrícola. Esta cubierta contribuye, además, a que la humedad se conserve más tiempo sobre el terreno, mejora la infiltración y su capacidad de retención de agua. Adicionalmente, es beneficioso para el balance de emisiones de gases de efecto invernadero de la explotación.

Recomendaciones relativas a la gestión del agua

- Mantener inundadas las parcelas de arroz tras la cosecha. Multitud de aves se ven favorecidas por la presencia de humedales adicionales de origen agrario con una gran potencialidad para el establecimiento de una fauna muy variada. Desde el punto de vista de la producción agrícola, esta medida es útil para el control de malas hierbas.

- Dejar sin cultivar una banda perimetral en torno a los humedales. Dejar una banda de terreno sin cultivar próxima a las lagunas, charcas y cursos de agua como canales de riego, regueros o acequias y gestionar la vegetación natural en las orillas permite la existencia de un hábitat adecuado para múltiples formas de vida, da amenidad al paisaje y ayuda a prevenir la erosión. Respetar el cinturón de vegetación de los humedales resulta muy importante en la regulación del ciclo hidrológico.

- Si la explotación se encuentra en la cuenca vertiente de algún humedal, considerar la adopción de la agricultura ecológica, la producción integrada o la agricultura de conservación. La reducción de los residuos orgánicos e inorgánicos, así como la reducción del consumo excesivo de agua en los humedales, son importantes para la preservación de la calidad de las aguas, contribuyendo a mantener un hábitat adecuado para múltiples formas de vida animal y vegetal. Así se aumentan las posibilidades de supervivencia y reproducción de las aves ligadas a zonas húmedas. La reducción de la erosión ligada a la adopción de técnicas de conservación de suelo contribuye también a evitar la colmatación de las cubetas de estas zonas húmedas.

- Instalar pequeñas balsas o charcas para fauna en parcelas regadas por goteo o junto al pozo o aljibe de la explotación. Disponer de abrevaderos para todo tipo de fauna en zonas donde ésta tiene dificultad para encontrar agua, sobre todo en verano. Favorecer la reproducción de anfibios, insectos acuáticos, hábitat para plantas acuáticas, etc.

- Instalar protectores en los goteros en sistemas de fertirrigación y evitar que la fauna silvestre tenga acceso a esta agua. En verano, el agua de riego puede llegar a ser la única disponible para la fauna en muchas zonas. La presencia de fertilizantes en estas aguas

(en sistemas de fertirrigación) supone un riesgo de intoxicación para la fauna, especialmente en caso de aguas embalsadas tras la incorporación de los fertilizantes. La aplicación de esta recomendación evita la acumulación de sustancias nocivas para la fauna, que pueden provocar intoxicaciones e infertilidad, y resulta especialmente beneficiosa para las aves acuáticas que puedan acceder a balsas con fertilizantes.

- Construir una charca-bebedero para la fauna bajo la balsa de riego. La balsa de riego, en un clima seco como el mediterráneo, puede garantizar la supervivencia de numerosas aves, anfibios y fauna en general, tan sólo solucionando algunos pequeños problemas que pueden impedir el acceso o la salida de los animales de este tipo de instalaciones. La construcción de sencillos bebederos convenientemente adaptados puede solucionar estos problemas y recuperar la vida que en otro tiempo tenían sus tierras.

- Disponer alguna rampa en sus balsas y canales para que la fauna pueda salir en caso de caer en ellas. Revestir los bordes con tierra o piedras. Los puntos de agua son un atractivo para la fauna silvestre durante el periodo estival, por lo que hay muchos casos en los que los individuos se introducen en el depósito para beber o refrescarse y luego no pueden abandonarlo. Ello es especialmente grave en el caso de especies en serio peligro de extinción como la avutarda. Además, los individuos jóvenes e inexpertos pueden caer al agua con mucha facilidad por desconocimiento del riesgo. La instalación de rampas de salida contribuiría a paliar esta situación. En grandes balsas y embalses, esta medida resulta muy recomendable como medio para evitar que la caída accidental de personas tenga consecuencias graves.

- Conservar los abrevaderos para el ganado junto a las balsas, lagunas o charcas y mantener éstos en buen estado. Cuando el ganado no pisotea directamente las orillas de las balsas o charcas, crece vegetación en los márgenes. Gracias a ello, el proceso de colmatación se ralentiza y, además, el agua conserva una mejor calidad, ya que la propia vegetación acuática la oxigena y depura, además de no darse contaminación por nitratos procedentes de heces y orines.

- Mejorar la eficiencia del riego: controlar el gasto de agua y aprovecharla al máximo. La conservación de los recursos hídricos es vital para la supervivencia de los ecosistemas asociados a humedales y, por tanto de la biodiversidad asociada a ellos. Peces, anfibios y aves son especialmente sensibles a la pérdida de estos espacios. Debe tenerse en cuenta que el acuífero de su pozo puede estar relacionado con el nivel de agua de un manantial o humedal relativamente cercano.

- En ocasiones, es aconsejable tolerar una ligera pérdida de agua en las acequias terrizas. Nogueras, choperas, castañares y otra arboleda con elevados requerimientos hídricos se mantienen en muchas zonas gracias a las acequias tradicionales. Especies propias de vegetación de ribera, en algunos casos amenazadas, también se ven favorecidas por los cauces artificiales. Además, los remansos en las acequias descubiertas son utilizados como bebederos por la fauna.

- Aprovechar los materiales y las técnicas locales para el reacondicionamiento de las acequias de montaña. En su recorrido, las acequias se convierten en enclaves de fertilidad en el paisaje, debido a la influencia del agua que se escurre por el cauce y en lugares especialmente previstos denominados simas. Estas instalaciones han permitido el

establecimiento de comunidades vegetales de un elevado valor, tanto paisajístico como desde el punto de la conservación (especies amenazadas de flora, arboledas, hábitats peculiares, etc). El mantenimiento de estas conducciones posibilita, además, la existencia de pastos para la actividad ganadera en estas zonas.

Recomendaciones relativas a los elementos estructurales de las explotaciones

- Es recomendable mantener los majanos de piedra de la explotación. Los majanos ofrecen refugio a insectos, reptiles, aves y pequeños mamíferos que contribuyen a la biodiversidad del agrosistema. Algunas de las especies que se refugian en los majanos son depredadores naturales de plagas de los cultivos. Así mismo, estos enclaves son refugio de especies de interés cinegético como el conejo o la perdiz roja, que además son presas predilectas de aves y mamíferos, algunos en peligro de extinción. Por otro lado, los majanos contribuyen a diversificar el monótono paisaje de las campiñas y son valiosos puntos de referencia en las lindes de las parcelas y permiten orientarse en el campo.

- Conservar y cuidar los árboles aislados que existan en la explotación. Los árboles aislados en las explotaciones agrícolas son lugares en donde muchas especies viven, crían, se alimentan y se cobijan. Su conservación y aumento de número repercute sobre multitud de especies. Estos árboles cumplen, además, un papel destacado como hitos del paisaje, sobre todo en las campiñas. A menudo se trata de árboles de edad avanzada; debido a la ausencia de podas y ubicación en terrenos feraces de campiña han adquirido un porte y una morfología singular. En determinados casos podría hablarse incluso de elementos del patrimonio histórico y natural. Y no hay que menospreciar una función fundamental que siempre han tenido estos árboles: proporcionarnos sombra.

- Plantar y conservar arbolado alrededor de pozo o fuentes. Este arbolado que se beneficia de la humedad propia de los puntos de agua contribuye a crear alrededor del pozo un microclima fresco y húmedo muy adecuado para el desarrollo de especies de fauna silvestre que encuentran en estos lugares refugio y alimento, sobre todo en las duras condiciones estivales de las campiñas andaluzas. Los frutales tienen, además, un incuestionable valor suplementario en el tiempo de sazón de la fruta.

- Respetar y conservar o plantar setos, sotos y bosquetes y restaurar la vegetación en taludes y paredones. Los setos vivos entre los cultivos son muy importantes para la fauna y flora, sobre todo si cuentan con arbustos con frutos comestibles como el majuelo o el rosál silvestre. La conservación de los árboles y matorrales aislados crea “islas” de vegetación que proporcionan emplazamientos de nidificación, refugio y alimentación a muchas especies. Estas formaciones contribuyen a mejorar y diversificar el paisaje de su finca. Tenga en cuenta que en ellas encuentran refugio y alimento especies de valor cinegético que dan valor a su explotación. Los taludes y paredones con vegetación frenan la erosión. Siempre tendrá el beneficio de la sombra de estos bosquetes.

- Implantar y mantener la vegetación de lindes y ribazos de sus parcelas. Muchas aves ligadas a los espacios agrícolas encuentran estos lugares idóneos para nidificar, como refugio frente a los depredadores y como fuente de alimento, tanto vegetal como animal (invertebrados ligados a la vegetación natural). Además, las lindes entre cultivos crean diversidad en el paisaje y protegen sus parcelas de la erosión. El mantenimiento de la vegetación en ribazos y lindes es útil, además, como medio de delimitar las parcelas.

- Plantar árboles y setos arbustivos en los márgenes de sendas, caminos rurales y entorno de construcciones agrarias. La vegetación arbórea y arbustiva en zonas agrarias proporciona a las especies animales alimento y refugio. La implantación de líneas verdes a lo largo de las vías rurales protegen a la finca de molestias (miradas de curiosos, ruidos, etc.) y reduce el impacto del tránsito de los vehículos. Los setos arbóreos o arbustivos en los caminos diversifican y mejoran el panorama, proporcionan sombra a las vías de tránsito y actúan como cortavientos.

- Conservar y mantener los abrevaderos y otras estructuras hidráulicas tradicionales presentes en la explotación. Los abrevaderos son frecuentemente los únicos lugares donde la permanencia de agua es casi constante y constituyen importantes hábitats de reproducción para anfibios en los lugares más secos y transformados. Mantener estos puntos de agua con su arquitectura tradicional es esencial para la conservación de las poblaciones de anfibios (de piedra, abiertos y de escasa altura). Además, constituyen puntos de agua permanentes para las aves y mamíferos. Su mantenimiento contribuye a la conservación de un valioso patrimonio etnológico y cultural.

- En las parcelas de cultivos leñosos, respetar las áreas de vegetación natural, generalmente de escaso valor agronómico. Algunas de estas comunidades de vegetación poseen un alto grado de singularidad y se consideran únicas en el ámbito europeo. Así mismo, la conservación de aves.

- Realizar algunas labores de mantenimiento en las viejas edificaciones de la explotación agrícola. El mantenimiento de las edificaciones tradicionales y la integridad de los materiales de construcción que las conforman suponen la conservación de lugares de nidificación y refugio para una interesante fauna protegida que ha acompañado nuestra actividad agraria desde tiempo inmemorial, como el cernícalo primilla, la carraca, la collalba negra o la lechuza común, entre otras. En muchos casos, se trata de especies que cumplen una importante función como controladoras de plagas de roedores e insectos que afectan a nuestros cultivos.

- Conservar, mantener e instalar elementos constructivos de piedra en su explotación como albarradas, balates y muros de contención o separación de linderos. Estas estructuras de piedra constituyen el refugio y el hábitat para numerosas especies de flora y fauna. Evitan la pérdida de suelo fértil: su destrucción acelera la erosión. Son elementos de un gran valor estético, confiriendo al paisaje un carácter particular y específico en determinadas comarcas rurales. Los linderos de piedra previenen la propagación de los incendios.

- Habilitar huecos para el paso de la fauna silvestre en los cerramientos de explotaciones agrarias y forestales. La adaptación tanto de las mallas ganaderas como de los cerramientos tradicionales favorece la movilidad de la fauna terrestre. La adecuada señalización de los vallados en zona de aves esteparias disminuye la mortandad de aves como la avutarda al chocar contra ello en el momento de levantar el vuelo o tomar tierra. Además, en el caso de los muros, la apertura de pequeños vanos contribuye a impedir el encharcamiento puntual que se da a causa de la acumulación del agua de lluvia en las zonas bajas de las parcelas junto a los muros, que con el pisoteo del ganado quedan compactadas, dando lugar a calvas en el pastizal.

- Incluir elementos que favorezcan la utilización de las nuevas construcciones rurales por la fauna. La creación de habitáculos o las pequeñas adaptaciones permiten compatibilizar la mayor funcionalidad de las nuevas edificaciones con el mantenimiento del hábitat de especies como el cernícalo primilla o la lechuza común, entre otras. La supervivencia en los campos de estas especies es beneficiosa para los cultivos, dado el carácter controlador de algunas de estas aves respecto a los roedores e insectos.
- Realizar labores de mantenimiento y conservación de las terrazas y bancales tradicionales. En áreas de topografía muy abrupta, con laderas de pendientes pronunciadas y poco suelo, el aterrazamiento permite el mejor aprovechamiento del suelo, la continuidad del cultivo, la fijación del suelo, un mejor aprovechamiento del agua y, en definitiva, la existencia de suelo productivo. En las piedras de los balates o paratas se instalan importantes y variadas especies de flora, musgos y líquenes. La conservación de estas estructuras es el único medio de mantener la actividad agraria en estas áreas; su abandono supone una pérdida de posibilidades de desarrollo económico en zonas de orografía abrupta, además de una pérdida de un paisaje característico de singular valor.
- Respetar las vías pecuarias y cuidar su entorno. Las aves ligadas a los espacios agrícolas encuentran en el entorno de las veredas y otras vías pecuarias zonas para nidificar, refugio frente a los depredadores y alimento. Asimismo, la vegetación proporciona refugio a la fauna de interés cinegético como perdices y conejos, que a su vez son presa de depredadores amenazados. La vegetación asociada a estos espacios favorece la diversificación paisajística de los espacios agrarios. Las vías pecuarias cumplen además un papel esencial como corredores ecológicos.
- Contemplar medidas de señalización y seguridad para las aves en los proyectos de tendidos eléctricos. La adecuación de estos tendidos para eliminar o reducir su riesgo supone la reducción de una de las principales causas de mortandad no natural (electrocución o colisión) para las poblaciones de especies amenazadas como las grandes rapaces o avutardas que habitan en los medios agrícolas en alguna fase de su ciclo vital.
- Mantener el firme en tierra de los caminos agrícolas. Tanto el aumento de tráfico rodado como el de la velocidad, aparejados al asfaltado de estos caminos, son perjudiciales para la fauna silvestre que habita en las zonas agrarias, aumentando el riesgo de atropello y las molestias, y contribuyendo a la fragmentación de sus hábitats.
- Habilitar plataformas vegetales o artificiales para la nidificación de aves que pueblen de vida su finca. Nidificación de especies emblemáticas como la cigüeña blanca. Enriquecimiento del valor paisajístico y ambiental de la finca.
- Conservar y volver a dar uso al palomar. Mejora de la biodiversidad agraria. Las palomas pueden ser una fuente de alimento para depredadores de alto valor ecológico como el halcón peregrino. Conservación de patrimonio histórico y cultural.

Recomendaciones relativas al empleo de insumos

- Antes de llevar a cabo un tratamiento, evaluar las causas y los efectos. Seguir el lema de no dañar lo que no sea estrictamente necesario tiene indudables beneficios para la biodiversidad.
- Hacer un uso razonable y responsable de los productos fitosanitarios. La reducción del empleo de algunos fitosanitarios y la racionalización de su uso afectará positivamente a la supervivencia y reproducción de la fauna y la flora silvestres. Desde un punto de vista económico, la racionalización de su empleo reducirá sus costes de cultivo y optimizará el resultado de su explotación.
- Ser cuidadoso con el empleo de semillas tratadas con fitosanitarios. El blindaje de las semillas les confiere un color que las hace muy llamativas para aves como las perdices, pudiendo resultar tóxico cuando son ingeridas en grandes cantidades. El empleo de semillas libres de tratamientos, cuando éstos no son necesarios, supone una reducción de costes de cultivo.
- Utilizar las herramientas que proporciona la naturaleza para luchar contra plagas y enfermedades de los cultivos (lucha biológica). Al emplear elementos biológicos se reduce considerablemente el uso de productos fitosanitarios. Los agentes biológicos empleados en la lucha biológica suelen ser bastante selectivos y poseen poca o nula incidencia en otros insectos beneficiosos o de elevado valor en términos de biodiversidad.
- Practicar o adoptar los principios de la producción integrada en la agricultura y la ganadería. La reducción del uso de fertilizantes y fitosanitarios aparejada a la adopción de los sistemas de producción integrada es muy beneficiosa para el mantenimiento de la biodiversidad.
- Aprovechar la tecnología para mejorar la gestión de su finca y minimizar el impacto de la actividad sobre el medioambiente (agricultura de precisión). Reducción del uso de fertilizantes, fitosanitarios y herbicidas, (algunos de los cuales pueden ser perjudiciales para la fauna) al aplicarse sólo las cantidades justas únicamente en los lugares donde existe algún problema. Posibilidad de exclusión de ciertas zonas de tratamiento por presencia, por ejemplo, de enclaves de nidificación, etc. La reducción de los tratamientos a las zonas en las que son necesarios conlleva una reducción de costes de cultivo, mientras que la aplicación a cada porción del territorio de un tratamiento específico puede ayudarle a mejorar sus rendimientos.
- Recibir la formación necesaria para la aplicación de tratamientos fitosanitarios y exigir una cualificación mínima a sus trabajadores o empresas de servicios. La cualificación adecuada a los aplicadores de fitoquímicos evita el mal uso por desconocimiento o negligencia de tales productos y disminuye los riesgos de su utilización. Asimismo, la mejora del conocimiento técnico de los aplicadores permite la reducción de las dosis empleadas y, con ello, se evita un gasto innecesario en fitoquímicos. Ello resulta muy favorable para el mantenimiento de la biodiversidad en los sistemas agrarios y forestales.
- Depositar los residuos agrarios en lugares autorizados. Los materiales residuales de la actividad agraria pueden resultar tóxicos por ingestión o inhalación para la fauna y la flora silvestres. Su adecuada gestión evita estos riesgos.

Recomendaciones relativas al aprovechamiento ganadero

- Mantener una carga ganadera óptima en las parcelas de pasto. Se consigue una disponibilidad de recursos óptima para el ganado y la fauna cinegética. Determinadas especies de flora amenazada dependen para su supervivencia de un uso equilibrado ajustado a la capacidad de carga.
- Facilitar la instalación de colmenas en la explotación y hacerla más atractiva para los insectos polinizadores. Las plantas cultivadas y silvestres resultan beneficiadas por la labor polinizadora de las abejas, lo que redunda en el conjunto del ecosistema. En el caso de la apicultura trashumante, esta labor se hace aún más patente, al trasladarse las colmenas siguiendo las floraciones de diversas comunidades vegetales. Las abejas son eficaces agentes polinizadores de los cultivos, especialmente en el caso de los frutales y algunas horticolas. Una buena actividad polinizadora posibilita una mejora de las producciones de estos cultivos.
- Mantener una cabaña ganadera mixta en la explotación (a base de orientaciones productivas diversas). La asociación de especies ganaderas aprovecha de manera óptima los recursos del terreno y supone una diversificación del riesgo empresarial de la explotación. La coexistencia de diferentes especies animales dentro de un mismo territorio diversifica las oportunidades de la flora y fauna silvestres.
- Conservar ejemplares de razas ganaderas autóctonas en la explotación. Los procesos de intensificación y homogeneización comercial de la actividad agraria han llevado al borde de la desaparición a numerosas razas ganaderas autóctonas menos productivas que otras razas foráneas, aunque más dependientes de recursos externos. Las razas autóctonas forman parte del patrimonio genético y cultural del territorio y por su rusticidad suelen estar mejor adaptadas al medio físico en el que se desenvuelven, y pueden ser más resistentes a enfermedades que afectan a las razas comerciales universalmente extendidas. La conservación de las razas que conocieron nuestros abuelos en su explotación puede ser, además, motivo de satisfacción personal.
- Recuperar la práctica del redileo como medio de fertilización de las dehesas, adaptándolo a los modernos sistemas de manejo. La fertilización de la dehesa contribuye a la regeneración de los pastos. El estrato herbáceo en la dehesa se caracteriza por el gran número de especies y constituye la base del aprovechamiento ganadero, a la vez que es la principal fuente de alimentación de la fauna cinegética y silvestre.
- Colaborar y participar en el mantenimiento de los comederos de aves carroñeras (muladares). El abastecimiento de los muladares contribuye a la supervivencia de las aves carroñeras, cuya principal fuente de alimentación ha estado ligada ancestralmente a la actividad ganadera extensiva. La intensificación de la ganadería y las exigencias derivadas de las crisis sanitarias (EEB) han puesto en peligro la supervivencia de colonias de estas aves. La colaboración con la RACAC resuelve la gestión, sin coste alguno, de los cadáveres de su explotación de acuerdo con la normativa sanitaria vigente y evitando la propagación de enfermedades.
- Recuperar y mantener las rotaciones de cultivos agrícolas en las dehesas más feraces. La presencia de cultivos diversos en la dehesa garantiza la oferta de alimento para muchas especies de fauna silvestre asociadas a la agricultura, algunas de ellas de interés

cinagético, tal es el caso de la perdiz, y otras de elevada importancia desde el punto de vista de la biodiversidad como las aves esteparias.

- Conservar la actividad del pastoreo en los pastos de montaña y otros pastizales naturales. La flora de muchos parajes montañosos es el reflejo de la interacción secular entre el ganado doméstico y la vegetación. Evitando el sobrepastoreo, el balance final de un pastoreo racional sobre la vegetación mediterránea es positivo desde el punto de vista de la biodiversidad. En los últimos años se ha producido un descenso muy acusado del pastoreo extensivo tradicional, lo que ha supuesto pérdida de biodiversidad de muchos parajes de montaña, cambio del paisaje y aumento del riesgo de incendios.

- Construir entaramados con los restos de poda para fomentar la presencia del conejo y otras especies. Los entaramados contruidos con restos de poda son unos magníficos refugios para el conejo frente al ataque de depredadores. Allí avivan haciendo sus huras o madrigueras. Aparte de mejorar el potencial cinagético de la explotación, proporcionan alimento a importantes y amenazadas especies de depredadores como el lince ibérico, el águila imperial o el águila real.

- Mejorar los pastos y evitar la matorralización excesiva de la dehesa mediante la gestión del pastoreo y las oportunas labores de desbroce. El recubrimiento de los territorios adehesados por el matorral, debido al abandono del pastoreo ganadero y de las labores de desbroce, conlleva la pérdida del estrato herbáceo, de muy elevada biodiversidad, y la degradación de un paisaje agrario singular. La conservación de los pastos, la ganadería y la actividad cinagética en la dehesa contribuye a conseguir la necesaria sostenibilidad económica y social de estos espacios.

- Destinar alguna parcela a la siembra de pastos para la alimentación del conejo y otras especies cinagéticas. Las siembras de pastizal constituyen una medida de gestión que favorece directamente al conejo, perdiz y otras especies, y con ello al conjunto de depredadores que de ellos dependen.

- Renovar la dehesa y enriquecer su composición con otras especies leñosas. Conservar el agroecosistema único de las dehesas y garantizar su pervivencia en el futuro. Aumentar la diversidad de la dehesa con especies que puedan ser aprovechadas tanto por el ganado como por la fauna silvestre y embellezcan el paisaje.

- Reconvertir el olivar abandonado o en riesgo de abandono en un espacio adehesado de uso agroganadero. La conversión de tierras de cultivo a una explotación adehesada conlleva una mejora sensible de la biodiversidad vegetal (sobre todo en el estrato herbáceo) y de la fauna. Asimismo, la introducción de aprovechamientos mixtos complementarios acarrea mayores oportunidades para el desarrollo de especies diversas de flora y fauna. El olivo no es ajeno al monte mediterráneo ni a la dehesa, existiendo numerosos ejemplos de dehesas de acebuche, sólo o en asociación con otras especies como encinas, alcornoques, coscoja o quejigos.

- Recuperar la práctica del pastoreo como medio de control de la carga combustible en los montes: selvicultura preventiva. El pastoreo controlado en áreas de monte y especialmente en los cortafuegos contribuye a prevenir la propagación de incendios forestales y limita, por tanto, el impacto de éstos en la flora y fauna silvestres. Asimismo, el pastoreo racional constituye un medio complementario de conseguir la sostenibilidad

ambiental, económica y social de la explotación forestal. Además el pastoreo preventivo contribuye a dignificar el secular oficio de pastor.

- La reducción del empleo de algunos fitosanitarios y la racionalización de su uso afectarán positivamente a la supervivencia y reproducción de la fauna y la flora silvestres. Desde el punto de vista económico, la racionalización del empleo de estos productos, supone una reducción de los costes de la explotación. Aplicar la lucha integrada contra plagas y enfermedades en su dehesa.

Recomendaciones relativas al ámbito social e institucional

- Aprovechar los servicios de asesoramiento técnico. Interesarse por las cuestiones agroambientales y relativas a la biodiversidad en la explotación. A menudo, se desconocen o no se tienen en cuenta las consecuencias de sus actos en la supervivencia de determinadas especies de flora y fauna silvestres (que pueden incluso convertirse en aliadas de sus intereses). El asesoramiento especializado en materia de preservación de la biodiversidad puede ser muy útil en el sentido de orientar la elección de posibles opciones de gestión técnica de la explotación hacia las de mayor beneficio para la biodiversidad.

- Interesarse por el patrimonio natural de la explotación y de la comarca. Conocer la diversidad de la flora y fauna silvestres y apreciar su valor. La agricultura que se desarrolla en espacios naturales protegidos y otros lugares de elevado valor ambiental. En ocasiones, los agricultores que gestionan estos territorios no son conscientes de la riqueza que a lo largo de los siglos han sabido preservar. El interés y el conocimiento por parte de las personas que desarrollan su actividad en el campo del patrimonio biológico y de su singularidad es la mejor garantía de respeto y preservación de la biodiversidad, además de aportar a los agricultores el justo reconocimiento por su labor.

- Realizar las tareas habituales de la explotación de forma coordinada con los vecinos: todos saldrán beneficiados. La abundancia de parcelas de reducida extensión en el campo andaluz hace que la adopción de medidas favorecedoras de la biodiversidad por parte de los agricultores individuales no sean todo lo efectivas que sería deseable. La acción colectiva posibilita afectar áreas más grandes y más acordes con la dimensión de los ecosistemas naturales.

Recomendaciones generales

- Embellecer con plantas las construcciones ligadas a la explotación. Incluir especies mediterráneas adaptadas al manejo en jardinería que sirvan de alimento o refugio para los mamíferos, la avifauna o los insectos beneficiosos (aladierno, lentisco, cornicabra, acebuche, rusco, etc.).

- Procurar no plantar especies exóticas invasoras en los jardines. Esta actuación tiene carácter preventivo para evitar el desplazamiento de las especies y ecosistemas autóctonos.

- Plantar árboles conmemorativos: árboles de nacimiento, de recuerdo. En nuestra relación con la naturaleza además de la perspectiva intelectual racional entran en juego otras que tienen que ver con el ejercicio de cualidades como la curiosidad, la sensibilidad, el respeto, la contemplación poética o la espiritualidad. El valor simbólico de

estos árboles conmemorativos –como, en general, de todos aquellos actos de creación positiva en la naturaleza– refuerzan nuestra responsabilidad hacia el entorno. El sentido de identidad que proporcionan estos árboles hermanos nos unirá mucho más con el paisaje y con toda la vida que alberga.

- Tratar de mantener la diversidad en la gestión del territorio, creando mosaicos de vegetación, si la dimensión lo permite. La diversidad de usos y coberturas del suelo multiplica las oportunidades de diferentes especies animales y vegetales para encontrar refugio y alimentación. Supone una mejora de la potencialidad cinegética de su explotación. Constituye una estrategia adecuada de reducción de riesgos empresariales y potencia la sostenibilidad de la explotación, en tanto se diversifican las producciones. Los mosaicos de vegetación y usos presentan mayor calidad paisajística que los paisajes excesivamente homogéneos. Permiten dar a cada enclave el tratamiento adecuado desde el punto de vista de su explotación económica, aprovechando de manera óptima sus recursos.

- Poner nidales para favorecer la presencia de avifauna. Las pequeñas aves insectívoras pueden reducir, incluso hasta niveles mínimos, la presencia y el impacto de diferentes tipos de orugas con gran incidencia sobre los árboles cultivados y forestales como la lagarta peluda, la carpocapsa, el prays y otros defoliadores. Con ello se evitarán tratamientos con productos químicos de efectos e incidencia, en parte, indeterminados.

- Situar posaderos para las rapaces y otras especies. Con esta actuación se favorece la presencia de la avifauna en la explotación.

- Favorecer a la flora y fauna asociada a su explotación.

- Mantener la vegetación de la que se deriven usos culinarios, medicinales, simbólicos o de otro tipo. Conservar determinadas especies de flora asociada a la explotación, sobre todo en ribazos y linderos, tiene efectos favorables sobre la biodiversidad.

- Evitar provocar molestias durante la reproducción a especies amenazadas en explotaciones forestales. No molestando la reproducción de especies amenazadas se consigue incrementar el éxito reproductor y la productividad de esas especies, gravemente amenazadas, potenciando la recuperación de sus poblaciones. Estas especies son: buitre negro, águila real, águila imperial ibérica, águila perdicera y cigüeña negra, fundamentalmente.

- En tierras agrarias de baja productividad, considerar como posibilidad la forestación. El incremento de la masa arbolada joven respetando criterios de mejora de biodiversidad puede ser muy favorable para el desarrollo de la flora y fauna silvestres. La existencia de enclaves forestales dentro de paisajes agrarios genera un mosaico muy positivo desde el punto de vista paisajístico y de la biodiversidad. Una explotación forestal puede ser más interesante desde el punto de la sostenibilidad ambiental y económica que la práctica de la agricultura en condiciones no aptas para el cultivo.

6. USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA LUCHA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRARIO.

A lo largo de su historia, los avances tecnológicos en la agricultura han experimentado diversas revoluciones que han permitido incrementar la producción y abastecer a la población. Así, la progresiva mecanización del campo ha facilitado su labor y la mejora genética de los cultivos ha propiciado la comercialización de especies resistentes a las sequías o que mejoran sus capacidades nutricionales.

No obstante, en los próximos años, la agricultura va a tener que hacer frente a nuevos problemas tales como el cambio climático, el crecimiento de la población o la reducción de la superficie de tierra cultivable. Y la tecnología agrícola se perfila como una de las soluciones con mayor potencial para dar respuesta a estas cuestiones, contribuyendo a aumentar la producción y reduciendo los costes y el impacto ambiental.

Una de las líneas de desarrollo que más interés está suscitando dentro de esta progresiva digitalización del campo es la **AGRICULTURA DE PRECISIÓN**. La agricultura de precisión es un término agronómico que define la gestión de parcelas agrícolas sobre la base de la observación, la medida y la actuación frente a la variabilidad inter e intra-cultivo. Requiere un conjunto de tecnologías formado por el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), sensores e imagen tanto satelital como aerotransportada, junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones. La información recolectada puede ser empleada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar la cantidad adecuada de fertilizantes o de otros insumos necesarios, y predecir con más exactitud el rendimiento y la producción de los cultivos. En Europa se presenta este tipo de agricultura como una posibilidad para simplificar la PAC en un futuro no muy lejano.

La agricultura de precisión tiene como objeto optimizar la gestión de una parcela desde el punto de vista

- Agronómica: ajuste de las prácticas de cultivo a las necesidades de la planta (ej: satisfacción de las necesidades de nitrógeno).
- Medioambiental: reducción del impacto vinculado a la actividad agrícola (ej: limitaciones de la dispersión del nitrógeno).
- Económico: aumento de la competitividad a través de una mayor eficacia de las prácticas (ej: mejora de la gestión del coste del estiércol nitrogenado).

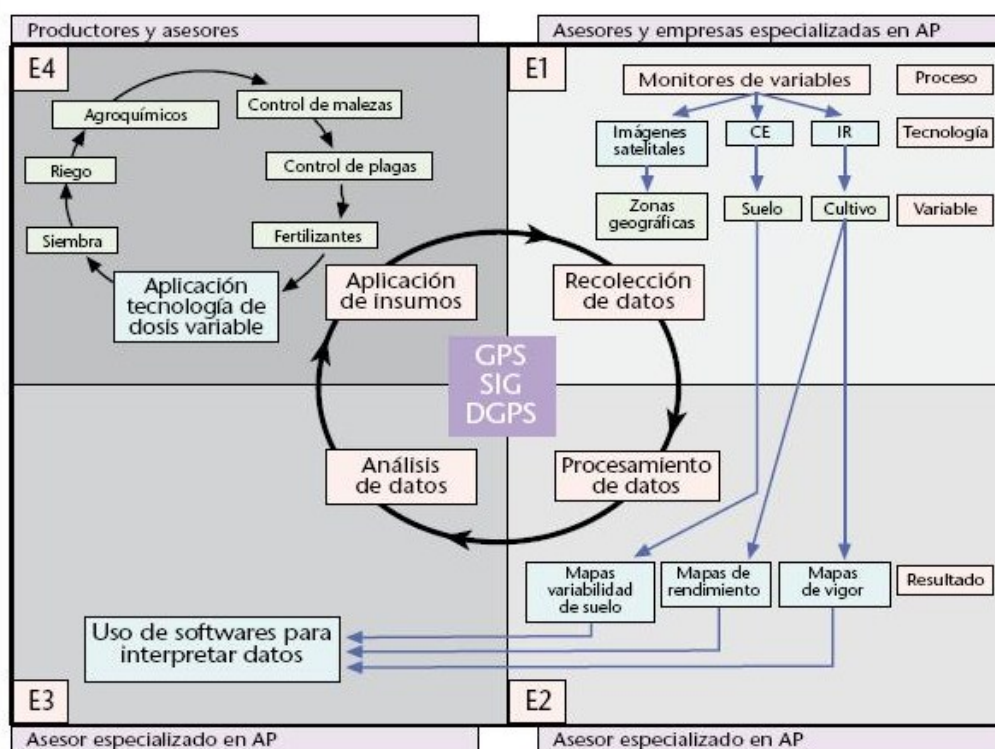


Foto. Explicación gráfica de lo que es la agricultura de precisión

El futuro de la agricultura pasa por los satélites, la monitorización, los drones o el big data teniendo como objetivo final mejorar la toma de decisiones y optimizar el uso de los recursos, lo que se traduce en una reducción de costes y un incremento en el rendimiento de los cultivos. Se trata de los últimos avances tecnológicos, que hoy están al servicio agrícola con una meta clara: aumentar la productividad cuidando el medio ambiente. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la gestión de cultivos permite obtener una gran cantidad de variables que hacen posible optimizar los recursos al máximo. Y todo gracias a una fotografía. De esta forma, se puede adaptar la cantidad de insumos (agua, fertilizantes, fitosanitarios...) a las necesidades concretas en cada momento, mejorando así el rendimiento y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Este proceso lleva aparejada también la correspondiente reducción en el uso de gasolina, agua, herbicidas y tiempo del agricultor. A cambio, más producción.

Las 4 etapas principales de la agricultura de precisión para implementar este control en los cultivos son las siguientes:

1. Adquisición de datos.

La variedad y cantidad de datos es tan amplia como nuestra capacidad tecnológica y como el número y variedad de sensores que tengamos. Alguno de los sensores más utilizados son: Humedad en Suelo, Caudalímetro, Conductividad Eléctrica (CE), Medidor pH, tipo de suelo, probabilidad de plagas y enfermedades, etc.

2. Análisis de datos.

Una vez son registrados los datos estos deben ser tratados para facilitar su interpretación y entendimiento, para ello se usan todas las herramientas estadísticas y

matemáticas que tenemos a nuestro alcance como pueden ser: AgGis, clasificación de datos, gráficas, mapeado....

3. Toma de decisiones. Preventivas y de gestión.

Al tener toda la información sobre nuestro cultivo o plantación es el momento de actuación del ingeniero agrónomo o del técnico agrícola, la suma de los datos más los conocimientos agronómicos mas su experiencia crean las condiciones perfectas para tomar las mejores decisiones sobre el cultivo.

Estas acciones pueden ser tanto preventivas (ej. adelantarse a plagas y enfermedades) o de gestión (ej. conocer cuanto y cuando hay que regar con el consiguiente ahorro) gracias a las previsiones y la mediciones.

4. Monitorización del rendimiento.

Al finalizar la campaña es el momento de evaluar la producción, nuestras acciones y el rendimiento final, con el objetivo de aprender nuestros errores y conocer nuestros aciertos. Esto se facilita gracias a la continua monitorización que tenemos del cultivo y así medir el efecto inmediato y a largo plazo de nuestros actos, además la capacidad de almacenar la información nos permite la comparación entre campañas.

La agricultura de precisión ofrece una enorme variedad de posibilidades: maquinaria de conducción autónoma guiada por GPS, teledetección, sensorización de la parcela, mapeo de los suelos, software SIG, mapeo de suelos, índices agronómicos...

Existen diferentes tecnologías de aplicación en la agricultura de precisión, algunas se detallan a continuación:

6.1 Una de las más novedosas y demandadas es el **tractor autoguiado por GPS**, cada vez más presente en campos de cereales. A través de una aplicación de móvil, es posible delimitar el perímetro de una finca y que el vehículo lo recorra solo, compactando la tierra y racionalizando los fitosanitarios, lo que supone un ahorro de combustible de un 15 %. Y esto es solo el principio. El conductor, una vez en la parcela, sólo tiene que vigilar la telemetría del proceso para que todo vaya según el plan establecido.

Estos tractores son capaces de:

O **Hacer tratamientos fitosanitarios y abonados:** el GPS agrícola te indica cuáles son las zonas que ya han sido tratadas para no duplicar ni solapar pasadas, de modo que ahorres el máximo de producto y consigas una aplicación homogénea en tu campo.

O **Cosecha:** un GPS autoguiado es capaz de hacer la recolección mucho más ágil, ya que te permite realizar pasadas con la cosechadora saltando varias manos, haciendo pasadas perfectamente paralelas, y dejando franjas sin segar del ancho exacto del corte de tu cosechadora. Así ahorrarás tiempo, gasoil y desgaste en tus trabajos de siega.

O **Siembras:** evita el solape de pasadas en condiciones adversas, por ejemplo cuando estás sembrando en otoño y oscurece pronto y no ves si ya has pasado o no por una zona del campo. Se consigue una nacencia del cultivo más uniforme y sin desperdiciar ni una semilla.

O **Plantaciones en hilera:** el GPS ayuda a agilizar esta tarea que requiere de gran precisión, puesto que te indica el lugar exacto de la plantación.

O **Se puede utilizar de noche:** de esta manera puedes aprovechar esas horas extra para adelantar trabajos.



6.2 Sensores agrícolas para monitorización de parámetros agronómicos

La amplia gama de sensores de uso agrícola existentes en el mercado permiten monitorizar de forma precisa los principales parámetros agronómicos de suelo, agua, planta y clima, detectándose las principales necesidades del cultivo en tiempo real y de forma particularizada e incluso anticipándose a problemas futuros.

En realidad son estaciones meteorológicas (algo menos precisas que las que se utilizan para climatología) pero más baratas y específicas según nuestras necesidades. Sensores de humedad ambiental, temperatura ambiental, humedad y temperatura a distintos niveles de profundidad del suelo, pluviometría, dirección y velocidad del viento, radiación solar, humectación foliar, dendrómetros... un sin fin de parámetros que se pueden medir y almacenar en memorias que se vuelcan y sirven para estudiar estados del cultivo y su relación con variables agronómicas del cultivo, plagas, etc. Este tipo de información es muy útil para hacer predicciones de aparición de plagas, predicciones de estados fenológicos...

La combinación de los datos ofrecidos por estaciones meteorológicas, con los que ofrecen los sensores de suelo colocados a diferentes profundidades, permiten conocer con precisión las necesidades hídricas de los cultivos y la cantidad y calidad de agua existente a nivel de raíz, consiguiendo una aplicación de riegos exacta en cantidad y tiempo y permitiendo en muchos casos unos ahorros superiores al 30% de agua de riego.



6.3 Drones

El empleo de drones posibilita la realización de tareas que hasta hace poco tiempo eran imposibles o con un coste demasiado elevado. Sobrevuelan con rapidez grandes extensiones de terreno y recopilan una gran cantidad de información gracias a sus sensores, como son cámaras multiespectrales, RGB y térmicas.

Su utilización resulta por tanto óptima para complementar los datos puntuales obtenidos por los sensores o muestreos realizados en campo, ya que permiten extrapolar los datos obtenidos en ellos, a toda la explotación.

Además no tenemos el efecto de las nubes ni hay que hacer tantas correcciones como en la foto de satélite (por la distancia y las interferencias de la atmósfera en la imagen). A misma resolución son más baratos que un satélite privado y nos aseguramos siempre la máxima calidad de imagen. Los últimos drones son capaces de cubrir más de un centenar de hectáreas en un solo vuelo.



6.4 Mapeo de suelo

Otra de las capas de información que podemos conseguir mediante una maquinaria específica. Este dispositivo se pasea por nuestra parcela y nos dice una gran cantidad de parámetros del suelo. El análisis de un suelo agrícola en laboratorio es caro y además son datos extraídos de un muestreo puntual en distintos puntos de parcela. Pero un suelo es mucho más complejo y cambiante de lo que parece y podemos tener mucha diferencia a 20 metros de distancia. Con estos mapas de suelo, tenemos información continua de toda la parcela con parámetros como pH, conductividad eléctrica, textura, macronutrientes principales (NPK).



6.5 Los monitores de rendimiento fueron una de las primeras herramientas agrícolas de precisión que se introdujeron. Permiten que la cosechadora recolecte datos en tiempo real sobre la cantidad de rendimiento cosechado y otros parámetros relacionados, como la humedad del grano. El monitor de rendimiento también incluye un receptor GPS, que registra la ubicación física, junto con los datos de rendimiento.

Se puede presentar la información en un mapa, denominado “mapa de rendimiento”. Esto ayuda al agricultor de muchas maneras, ya que puede relacionar las variaciones de rendimiento en el campo, y entre temporadas, con otros factores que podrían afectar el rendimiento, como la variación en el suelo, la aplicación de insumos, el riego, etc.



Foto de monitor de rendimiento de una maquina cosechadora

7. REFERENCIAS DOCUMENTALES CONSULTADAS

- <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>
- <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/>
- <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biomasa>
- <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/>
- https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Medidas_eficiencia_energetica_sector_agrario.pdf
- [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/publicacion/16/02/Sostenibilidad en la gestion de los sistemas agrarios y forestales.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/publicacion/16/02/Sostenibilidad_en_la_gestion_de_los_sistemas_agrarios_y_forestales.pdf)
- https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10330_Instalaciones_ganaderas_05_8ad73059.pdf
- <https://www.ecointeligencia.com/2010/10/la-agricultura-como-sumidero-de-co2/>
- <https://www.agronegocios.es/los-ministros-de-la-ue-a-favor-de-que-la-futura-pac-compense-el-secuestro-de-carbono-de-la-actividad-agraria/>
- <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>
- <https://agroinformacion.com/la-agricultura-sostenible-un-modelo-en-auge-en-espana/>
- <http://opcions.org/es/consumo/modelos-agricultura-sostenible/>
- http://www.upa.es/upa/_depot/_uploadImágenes00/InfFinalInfoAdaptAgri-WEB.pdf
- http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/GTs%202014/1_final.pdf
- <http://lan.inea.org:8010/web/materiales/laboreo.pdf>
- <https://webs.ucm.es/info/soberania.alimentaria/Agricultura%20Socioconsciente-%20El%20modelo%20de%20COAG%20%20para%20combatir%20el%20cambio%20climatico.pdf>
- https://www.planetahuerto.es/revista/rotaciones-una-tecnica-de-horticultura-imprescindible_00115
- https://blog.oxfamintermon.org/causas-del-cambio-climatico-calentamiento-global/?gclid=EAlaIqobChMlv4GlpfcQ5QIVj0DTCh3qRA3BEAAYASAAEglxsPD_BwE
- <http://www.fao.org/3/Y2781S/y2781s03.htm>
- <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/claves-para-entender-la-huella-de-carbono/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_clim%C3%A1tico_y_agricultura
- https://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_agricolas2.htm
- <https://www.navarraagraria.com/categories/item/831-rotacion-de-cultivos-en-secanos-cerealistas-de-alto-potencial-productivo>
- <https://viaorganica.org/15451-2/>
- <https://decologia.info/medio-ambiente/sobrepastoreo/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Sobrepastoreo>

<http://geniaglobal.com/gestion-purines-con-planta-biogas/>

<http://www.euroganaderia.eu/ganaderia/reportajes/fertilizacion-mas-inteligente-y-sostenible-en-la-ue-5772-6-7741-0-1-in.html>

<https://www.ecologistasenaccion.org/17906/sector-agrario-y-cambio-climatico/>

<https://www.campocyl.es/category/patata/la-huella-de-carbono-en-la-agricultura-sostenible/>

<https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/10-2019-como-recudir-la-huella-de-carbono-en-la-agricultura>

<https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Estudio%20pastos.pdf>

<https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/73362-Estrategias-para-la-recuperacion-de-suelos-degradados.html>

http://www.fao.org/fileadmin/templates/ex_act/pdf/Policy_briefs/Policy_brief_ES_mainstreaming.pdf

<https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/sumideros-carbono-que-son/>

<http://www.fao.org/news/story/es/item/218907/icode/>

<https://www.iagua.es/blogs/rodrigo-munoz-herraiz/nuevas-tecnologias-agricultura-optimizar-cultivos>

<https://tepro.es/2018/03/07/agricultura-precision/>

<https://www.agromatic.es/agricultura-de-precision-introduccion/>

<https://qampo.es/la-agricultura-de-precision/>