Vanessa Zorrilla Muñoz, Gema C. Martínez-Navarrete, Nicanor Morales Delgado, María Salud Justamante Clemente y José Manuel Pérez Pérez
Universidad Miguel Hernández (UMH) e Instituto de Bioingeniería de la UMH

Avena, centeno y suelos limpios

Promoviendo la sostenibilidad frente a las emisiones y los microplásticos en la agricultura

La agricultura es esencial para la sociedad, pero genera una parte significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación por microplásticos, afectando suelos y salud humana. En la Unión Europea, el sector agropecuario aporta un 11% de las emisiones totales, y en España, un 12%. Las principales fuentes son la ganadería, los fertilizantes nitrogenados y la gestión inadecuada de la tierra. Los microplásticos, provenientes de fertilizantes de liberación lenta, intensifican las emisiones y amenazan la cadena alimentaria. Las estrategias como el uso de cultivos de bajo impacto, como avena y centeno, la agricultura de precisión y el manejo eficiente del estiércol buscan reducir estos problemas.

Palabras clave:
Sostenibilidad | Emisiones agrícolas | Microplásticos | Agroecología | Cultivos resilientes.

La producción de alimentos es un pilar fundamental en la sociedad, pero también una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el sector agropecuario genera aproximadamente el 26 % de las emisiones globales de GEI (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2022; American Farm Bureau Federation, 2019) y la producción va en aumento. Solamente en la Unión Europea (UE), este sector contribuyó con el 11 % de las emisiones totales en 2021, lo que significa un aumento del 2% comparado con datos del 2011 (European Environment Agency (EEA), 2021). Cabe destacar que, en España, la cifra de emisiones agropecuarias alcanzó el 12 % en 2022 (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), 2023).

Las emisiones en la agricultura proceden principalmente de tres fuentes: la ganadería (digestión de rumiantes y gestión del estiércol), el uso de fertilizantes químicos y la gestión de la tierra (erosión del suelo y conversión de tierras). A todo esto se añade un problema emergente, que es la presencia de microplásticos en los fertilizantes, lo que no solo contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también representan un riesgo significativo para la salud humana a corto plazo (Cusworth *et al.*, 2024; Zhou y Liu, 2022).

Ganadería: digestión y estiércol

La ganadería representa aproximadamente dos tercios de las emisiones agrícolas, con la fermentación entérica y la gestión del estiércol como principales fuentes. La fermentación entérica ocurre en el sistema digestivo de rumiantes como vacas y ovejas, donde microorganismos descomponen los alimentos liberando metano (CH_4), un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 25 veces superior al del dióxido de carbono (CO_2) en un horizonte de 100 años (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021).

Según la FAO, estas emisiones constituyen alrededor del 30% del metano global, con variaciones según la dieta del ganado, la calidad del forraje y las condiciones ambientales, como la temperatura y la hume-

dad (FAO, 2022). Por ejemplo, las dietas de rumiantes ricas en fibra aumentan la producción de metano, mientras que suplementos como algas marinas pueden reducirla hasta en un 80 % en algunos casos.

La gestión del estiércol es otra fuente significativa de emisiones, ya que el estiércol almacenado en pilas o lagunas anaeróbicas produce tanto metano como óxido nitroso (N_2O), un gas con un potencial de calentamiento global 298 veces mayor que el CO_2 (IPCC, 2021). Las emisiones de N_2O son particularmente altas cuando el estiércol se aplica directamente al suelo sin un tratamiento adecuado, ya que los procesos microbianos convierten el nitrógeno en este gas. Sin embargo, prácticas como el compostaje controlado, el uso de biodigestores para capturar metano y producir biogás, o la incorporación rápida del estiércol al suelo, pueden reducir estas emisiones hasta en un 50 % en algunos sistemas. En España, donde la ganadería intensiva es común, estas prácticas están siendo promovidas a través del Plan Estratégico de la Política Agraria Común para minimizar el impacto ambiental (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2022).

Además, la expansión de la ganadería a menudo implica la conversión de bosques y pastizales en tierras agrícolas, lo que libera grandes cantidades de carbono almacenado en la biomasa y el suelo. Este proceso no solo emite CO_2, sino que también limita la capacidad de la naturaleza para contrarrestar las emisiones de gases de efecto invernadero. En regiones como América Latina, vinculadas a la producción de piensos para Europa, esta deforestación todavía es hoy en día un problema crítico. Sin embargo, en España y la UE, las políticas están comenzando a limitar la importación de productos ligados a la deforestación, lo que podría reducir estas emisiones indirectas (Consejo de la Unión Europea (CEU), 2020).

La gestión inadecuada o la no gestión de la tierra, incluyendo la erosión del suelo, la conversión de tierras y las prácticas agrícolas intensivas, libera carbono almacenado y reduce la capacidad del suelo para actuar como sumidero de carbono, contribuyendo significativamente a las emisiones de CO_2. La erosión, causada por el arado intensivo, la eliminación de cubierta vegetal y las lluvias intensas, desplaza el carbono orgánico del suelo, que luego se descompone en CO_2 en la atmósfera o en cuerpos de agua

Uso de fertilizantes

Los fertilizantes nitrogenados son responsables de aproximadamente un tercio de las emisiones agrícolas de la UE, principalmente debido a la liberación de óxido nitroso (N_2O). El N_2O se produce cuando el nitrógeno de los fertilizantes, ya sea sintético o orgánico, es transformado por microorganismos en el suelo a través de procesos como la nitrificación y la desnitrificación, especialmente en condiciones húmedas o con drenajes deficientes.

Entre 2010 y 2018, las emisiones de N_2O derivadas de fertilizantes aumentaron en la UE impulsadas por la intensificación agrícola y el uso excesivo de estos insumos, lo que subraya la urgencia de reducir su aplicación (EEA, 2021). Además, el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, causando problemas como la eutrofización, que afecta la biodiversidad acuática y la calidad del agua potable.

La dependencia de fertilizantes nitrogenados también tiene implicaciones económicas y sociales, ya que su producción es intensiva en energía y está vinculada a combustibles fósiles, lo que genera emisiones adicionales de CO_2. En España, donde los cultivos intensivos como los cítricos y las hortalizas son comunes, la transición hacia cultivos de bajo requerimiento de fertilizantes, como la avena, el centeno e incluso las leguminosas, podría alcanzar una reducción de la huella ambiental favorable en el sector (Willett *et al.*, 2019; Zorrilla-Muñoz *et al.*, 2024). Además, las prácticas como la agricultura de precisión, que optimiza la aplicación de fertilizantes según las necesidades del cultivo, están ganando terreno en la UE, ofreciendo una vía para minimizar tanto las emisiones como la contaminación por microplásticos sin comprometer la productividad (Cusworth *et al.*, 2024).

Gestión de la tierra

La gestión inadecuada o la no gestión de la tierra, incluyendo la erosión del suelo, la conversión de tierras y las prácticas agrícolas in-

La acumulación de microplásticos en el suelo tiene consecuencias significativas en el medio ambiente. Por una parte, son responsables de alterar las propiedades físicas del suelo, como la estructura, la porosidad y la capacidad de retención de agua, lo que a su vez puede afectar el crecimiento y la productividad de los cultivos

tensivas, libera carbono almacenado y reduce la capacidad del suelo para actuar como sumidero de carbono, contribuyendo significativamente a las emisiones de CO_2. La erosión, causada por el arado intensivo, la eliminación de cubierta vegetal y las lluvias intensas, desplaza el carbono orgánico del suelo, que luego se descompone en CO_2 en la atmósfera o en cuerpos de agua.

La conversión de tierras, como la transformación de bosques o pastizales en tierras agrícolas, libera grandes cantidades de carbono almacenado en la biomasa y el suelo, un proceso que es especialmente relevante en regiones donde la ganadería y la agricultura intensiva están expandiéndose. En Europa, aunque la deforestación directa es menos común que en otras regiones, la conversión de pastizales en tierras de cultivo sigue siendo una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2021) y, por lo tanto, un foco de atención sociopolítico.

Las prácticas agrícolas intensivas, como el monocultivo y el uso excesivo de maquinaria, también degradan la estructura del suelo, reduciendo su capacidad para retener carbono y nutrientes. Esto no solo aumenta las emisiones de CO_2, sino que también disminuye la resiliencia de los suelos frente a eventos climáticos extremos, como sequías o inundaciones.

En España, donde la erosión afecta a más del 30% de las tierras agrícolas, especialmente en regiones áridas como Andalucía y Murcia, la adopción de prácticas de agricultura de conservación, como la siembra directa y el uso de cultivos de cobertura como el centeno, está siendo promovida para restaurar la materia orgánica del suelo y mejorar su capacidad de secuestro de carbono (MITECO, 2023).

La deforestación y la conversión de tierras para agricultura o ganadería son particularmente problemáticas en el contexto global, ya que muchas materias primas agrícolas importadas por la UE, como la soja para piensos, están vinculadas a la deforestación en América Latina. En respuesta, la UE ha introducido regulaciones para garantizar que los productos agrícolas importados sean libres de deforestación, lo que podría reducir las emisiones indirectas asociadas a la ganadería europea (CEU, 2020). En España, las políticas nacionales están fomentando la restauración de suelos degradados mediante la diversificación de cultivos y la reforestación, lo que no solo reduce las emisiones de CO_2, sino que también mejora la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas agrícolas (MAPA, 2022).

La amenaza silenciosa de los microplásticos

Un problema emergente asociado a los fertilizantes es su contribución a la contaminación por microplásticos en los suelos agrícolas. Los fertilizantes de liberación lenta, diseñados para liberar nutrientes gradualmente, a menudo contienen polímeros plásticos no biodegradables que se fragmentan en microplásticos.

La presencia de microplásticos (esto se refiere a plásticos de un tamaño menor a 5 mm en su dimensión más larga) en los agroecosistemas aparece recientemente como una problemática ambiental de creciente preocupación. Se sabe que su origen en la agricultura es de tipo multifactorial. Por ejemplo, es de destacar la fragmentación de plásticos utilizados en acolchados, sistemas de riego, envases de insumos y, de manera significativa, su incorporación cada vez mayor a través de enmiendas orgánicas y fertilizantes. Estos últimos, además, se pueden utilizan en formato de liberación controlada, es decir, que están diseñados para una cesión gradual de nutrientes, siendo encapsulados en compuestos químicos de matrices poliméricas no biodegradables que con el tiempo se degradan físicamente, permitiendo la liberación de microplásticos directamente al suelo.

En términos generales, se estima que los fertilizantes aportan anualmente 22.500 toneladas de microplásticos a los suelos agrícolas europeos, lo que no solo afecta la salud del suelo, sino que también incrementa

El desarrollo de fertilizantes libres de plásticos y la mejora en la gestión de residuos para excluir plásticos del compost son pasos esenciales, aunque la falta de alternativas escalables sigue siendo un desafío. La promoción de cultivos de bajo requerimiento como la avena y el centeno, que prosperan en suelos marginales, ayuda a reducir la dependencia de fertilizantes que contienen microplásticos

las emisiones de gases de efecto invernadero al estimular la descomposición del carbono orgánico (Cusworth *et al.*, 2024). Asimismo, el uso de abonos orgánicos como el compost y el estiércol pueden estar contaminados con plásticos provenientes de residuos agrícolas, envases o procesos de producción.

La acumulación de microplásticos en el suelo tiene consecuencias significativas en el medio ambiente. Por una parte, son responsables de alterar las propiedades físicas del suelo, como la estructura, la porosidad y la capacidad de retención de agua, lo que a su vez puede afectar el crecimiento y la productividad de los cultivos. Por otra parte, se ha demostrado que los microplásticos interactúan con la microbiota del suelo modificando las comunidades microbianas y los ciclos biogeoquímicos, incluyendo el ciclo del carbono y del nitrógeno, lo que indirectamente puede influir en las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunos estudios recientes sugieren que la presencia de microplásticos puede estimular la descomposición de la materia orgánica del suelo, incrementando la liberación de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera (Wang y Zhang, 2024).

La transferencia de microplásticos a la cadena trófica representa otro motivo de alarma. Las plantas pueden incorporar nanopartículas de plástico a través de sus sistemas radiculares, acumulándose en sus tejidos y potencialmente ingresando en la dieta humana a través del consumo de productos agrícolas. Además, los microplásticos presentes en el suelo pueden ser ingeridos por la fauna edáfica (lombrices de tierra, insectos), afectando su fisiología y su función en el ecosistema, con posibles efectos cascada en niveles tróficos superiores.

Adicionalmente, las partículas de microplástico presentes en los suelos agrícolas pueden ser transportadas a través de la infiltración del agua de lluvia y el flujo subterráneo, alcanzando así los sistemas fluviales. Una vez en los ríos, estas partículas pueden viajar largas distancias a través del agua de escorrentía, convirtiéndose en una fuente significativa de contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos, donde su acumulación representa una amenaza para la biodiversidad y la salud de los océanos, así como un riesgo tóxico para las personas, ya que pueden consumirse a través de pescados y mariscos (Clark *et al.*, 2016).

La investigación sobre los efectos a largo plazo de la acumulación de microplásticos en los agroecosistemas y su impacto en la salud humana aún se encuentra en etapas iniciales, pero la evidencia disponible subraya la necesidad de implementar estrategias preventivas y de remediación. Para abordar este problema, el Pacto Verde Europeo promueve una reducción en el uso de fertilizantes y el desarrollo de alternativas sin plásticos, como biofertilizantes, que podrían disminuir tanto las emisiones de óxido nitroso (N_2O) como la contaminación por microplásticos (CEU, 2020).

Estrategias para reducir emisiones

Las prácticas y políticas sostenibles son herramientas que pueden impactar significativamente y reductivamente en las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación por microplásticos, al mismo tiempo que mejoran la salud de los ecosistemas. Uno de los principales enfoques consiste en disminuir la dependencia de los fertilizantes químicos, tal como se establece en el Pacto Verde Europeo (CEU, 2020): se pretende alcanzar una reducción del 50% del exceso de nitrógeno y fósforo, y una disminución del 20% en el uso total de fertilizantes.

Esta estrategia plantea un objetivo muy ambicioso que podría mitigar las emisiones de óxido nitroso (N_2O), mejorar la calidad del agua al disminuir la escorrentía de nutrientes, a la vez que se limita la introducción de microplásticos en el medio ambiente y la cadena alimentaria, especialmente los de liberación lenta, que contienen los polímeros plásticos no biodegradables que son utilizados en los fertilizantes.

La transición hacia cultivos como la avena y el centeno podría impactar favorablemente, ya que estos cultivos requieren insumos mínimos de nitrógeno (50-80 kg/ha frente a los 100-150 kg/ha del trigo), lo que

contribuye con el objetivo de disminuir la dependencia de fertilizantes y la contaminación por microplásticos asociada (Willett *et al.*, 2019). Este tipo de cambios debe ir acompañado de políticas e incentivos de apoyo, ya que dicha transición tiene como desafío un coste y una necesidad de concienciación que no deben ser obviados en los planes y políticas territoriales y globales.

La gestión eficaz del estiércol es otra solución fundamental para mitigar las emisiones procedentes de las explotaciones ganaderas, que representan una parte significativa de los gases de efecto invernadero agrícolas. En España, el Plan Estratégico de la Política Agraria Común promueve prácticas como los pastos permanentes y el almacenamiento adecuado del estiércol para reducir las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) (MAPA, 2022). A su vez, diversas técnicas como el compostaje, la digestión anaerobia para la producción de biogás y la incorporación rápida del estiércol al suelo podrían, a su vez, favorecer la reducción de emisiones hasta en un 50% en algunos sistemas, al tiempo que evitan la contaminación por nitratos y microplásticos procedentes de los residuos agrícolas.

Sin embargo, estas prácticas enfrentan obstáculos como los altos costes de infraestructura inicial y la necesidad de conocimientos técnicos, a pesar de que pueden ofrecer beneficios a largo plazo al mejorar la salud del suelo y reducir la contaminación ambiental. La incorporación de cultivos como la avena y el centeno como cultivos de cobertura o en rotación podría llegar a complementar estos esfuerzos al mejorar la estructura del suelo y disminuir la necesidad de insumos sintéticos (Willett *et al.*, 2019).

La cuestión de los microplásticos en los fertilizantes requiere atención urgente debido a su doble impacto en las emisiones y en la salud humana. Los microplásticos, introducidos a través de fertilizantes de liberación lenta y enmiendas orgánicas como el compost, estimulan la descomposición del carbono del suelo, aumentando las emisiones de CO_2 hasta en un 28,67% en zonas altamente contaminadas (Wang y Zhang, 2024).

También representan riesgos para la salud, ya que cultivos como el trigo y la lechuga pueden absorber microplásticos que ingresan en la cadena alimentaria humana, lo que no está exento de riesgos en las personas, ya que se ha demostrado que su acumulación a largo plazo podría ser responsable de algunas alteraciones endocrinas e, incluso, provocar un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer debido a ciertos aditivos, como sucede con los ftalatos (Zhou y Liu, 2022), que son sustancias que están presentes en una enorme cantidad de productos.

El desarrollo de fertilizantes libres de plásticos y la mejora en la gestión de residuos para excluir plásticos del compost son pasos esenciales, aunque la falta de alternativas escalables sigue siendo un desafío. La promoción de cultivos de bajo requerimiento como la avena y el centeno, que prosperan en suelos marginales, ayuda a reducir la dependencia de fertilizantes que contienen microplásticos (Willett *et al.*, 2019).

A todo ello, cabe añadir que el avance hacia una agricultura ecológica y tecnologías agrícolas innovadoras ofrece vías adicionales hacia la sostenibilidad. Por una parte, la agricultura orgánica minimiza los insumos químicos, mejora la biodiversidad y secuestra carbono en los suelos, beneficiando a los pequeños agricultores a pesar de sus mayores costos (FAO, 2022).

Las tecnologías como el riego por goteo reducen el uso de agua y productos químicos y promueven la disminución de emisiones indirectas, aunque su impacto a gran escala aún está en estudio (Willett *et al.*, 2019). De manera similar, la biotecnología puede desarrollar cultivos resistentes a plagas y condiciones adversas, reduciendo la necesidad de insumos químicos, pero los debates públicos sobre organismos modificados genéticamente representan todavía barreras sociopolíticas (Pérez-Pérez *et al.*, 2020; Universidad Miguel Hernández (UMH), 2024). A su vez, la diversificación de los paisajes agrícolas favorece a los polinizadores y la captura de carbono, lo que requiere planificación a largo plazo, pero ofrece beneficios ecológicos (Zorrilla-Muñoz *et al.*, 2024). Sin embargo, estas estrategias, aunque prometedoras, requieren inversión y apoyo político para superar los obstáculos económicos y logísticos.

Por otra parte, la promoción de dietas sos-

La transformación del sector agroalimentario es indispensable para abordar desafíos ambientales y de salud urgentes. Para lograrlo, la mitigación de las emisiones en la agricultura y la ganadería requiere un enfoque integral que combine cambios en las prácticas agrícolas y que aborde, además, el complejo panorama de la creciente presencia de microplásticos. Esto último constituye una "amenaza silenciosa" que no solo agrava las emisiones al afectar la salud del suelo, sino que representa un riesgo significativo para la salud humana a través de la cadena alimentaria

tenibles y la reducción del uso de maquinaria agrícola son fundamentales para disminuir las emisiones a largo plazo. Por ejemplo, las dietas ricas en productos de avena y centeno, como cereales integrales y pan de centeno, disminuyen la demanda de cultivos y ganadería de alta emisión, en línea con las recomendaciones de la OMS para mejorar la salud y reducir el impacto ambiental (FAO y World Health Organization (WHO), 2020; Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), 2018). Sin embargo, la resistencia cultural a los cambios dietéticos sigue siendo un desafío en la sociedad (MAPA, 2023).

Por otra parte, la reducción de la dependencia de maquinaria impulsada por combustibles fósiles mediante la agricultura de conservación y fuentes de energía renovables (Zorrilla-Muñoz *et al.*, 2021) podría favorecer también la reducción de las emisiones de CO_2, aunque es cierto que todavía representa un obstáculo tecnológico (Lovarelli y Bacenetti, 2019). No obstante, la integración de ciertas prácticas, como cultivar cultivos resilientes, adoptar métodos ecológicos y fomentar el consumo sostenible, permitiría que la agricultura pueda avanzar hacia un modelo que minimice las emisiones y los microplásticos, al tiempo que fomenta la salud ambiental y humana.

Cultivar conciencia con los saberes ancestrales, la tecnología y la tierra viva

La sostenibilidad en el sector agroalimentario requiere una conciencia agroecológica que trascienda regulaciones y métricas, integrando la interdependencia entre el suelo, la producción alimentaria y las comunidades (Willett *et al.*, 2019; FAO, 2022). Los sistemas agroforestales, que combinan árboles con cultivos o ganadería, mejoran la biodiversidad, capturan carbono y optimizan el ciclo del agua (FAO, 2022).

La reintroducción de variedades autóctonas, adaptadas al clima local, aumenta la resiliencia frente a eventos extremos y preserva el patrimonio genético, reduciendo la dependencia de insumos químicos (Pérez-Pérez *et al.*, 2020; UMH, 2024). Además, revitalizar minifundios mediante modelos asociativos y la diversificación fomenta una gestión sostenible basada en saberes tradicionales (FAO, 2022).

Estas prácticas se potencian con tecnologías de precisión, como sensores edáficos y drones, que optimizan recursos y reducen impactos ambientales (Willett *et al.*, 2019; Zorrilla-Muñoz *et al.*, 2021). Para consolidar esta transición es necesario formar a nuevas generaciones en agricultura regenerativa (mínima labranza, compostaje, biofertilización) y herramientas digitales, promoviendo una cosecha que fortalezca el suelo, el paisaje y las comunidades rurales (FAO, 2022). Una agricultura consciente que combine ecología e innovación tecnológica, es un paradigma viable y necesario.

Conclusiones

La transformación del sector agroalimentario es indispensable para abordar desafíos ambientales y de salud urgentes. Para lograrlo, la mitigación de las emisiones en la

NEW HOLLAND

Estilo renovado por fuera, nuevas prestaciones por dentro: el Tractor New Holland T5 Dual Command de nueva generación

La gama de tractores New Holland T5 Dual Command, que comprende cinco modelos de 80 a 117 CV todos ellos propulsados por motores FPT F36 de 3,6 litros y cuatro cilindros, ahora tiene una nueva imagen y nuevas características, con una serie de actualizaciones diseñadas para mejorar la productividad y el confort del operador.

Capacidad mejorada para aumentar la productividad

El renovado T5 Dual Command se presenta con una oferta de neumáticos traseros más amplia y una selección de ejes delanteros: uno estándar para trabajos ligeros y aplicaciones estrechas, y un nuevo eje Heavy Duty para tractores que realizan trabajos pesados con pala y tareas intensivas en el campo.

Además de tener la opción del eje delantero SuperSteer™, exclusivo de New Holland, que presenta un ángulo de giro de 76° para mejorar aún más la maniobrabilidad y la productividad en giros cerrados en cabecera, campos pequeños y en explotaciones ganaderas. La nueva distancia entre ejes de 2,35 m combina esta maniobrabilidad con la estabilidad.

Los tractores equipados con el eje delantero estándar se benefician de un aumento del 20% en la capacidad de dirección bajo carga para realizar giros más rápidos, mientras que el eje Heavy Duty más robusto aumenta el peso bruto admisible del vehículo hasta 7.000 kg. Cuando están equipados con neumáticos traseros de 38 pulgadas, los tractores T5 combinan una gran altura libre sobre el suelo de 480 mm y una baja altura

Con la creciente demanda de los clientes de los mismos estándares de tecnología de agricultura de precisión establecidos en modelos de mayor potencia, los nuevos modelos T5 Dual Command pueden equiparse con telemática y un conjunto completo de tecnologías de agricultura de precisión, incluyendo autoguiado, pantalla táctil IntelliView 12 y conexión de implementos ISOBUS Clase 2.

total por debajo de los 2,67 m, lo que minimiza el riesgo de daños a los cultivos y maximiza la accesibilidad a cualquier instalación.

Los modelos T5 Dual Command también aumentan su capacidad de elevación trasera en un 7%, hasta los 4.700 kg, mientras que la nueva bomba hidráulica de 82 l/min proporciona un 30% más de caudal hidráulico, para una rápida conexión de los implementos y unos tiempos de ciclo de la pala más rápidos.

Más tecnología combinada con más comodidad

La transmisión de estos nuevos modelos es la Dual Command 24F/24R, con cuatro velocidades, tres gamas y un Powershift de dos velocidades, además de inversor electrónico.

El nuevo bloqueo automático del diferencial y la conexión automática de la doble tracción simplifican los giros en cabecera, mientras que la nueva TDF delantera de discos en baño de aceite, más silenciosa, fácil de conectar y que no requiere mantenimiento, ofrece más comodidad y versatilidad.

Exteriormente, los nuevos tractores T5 presentan un estilo renovado con nuevas rejillas frontales y laterales, además de nuevas identificaciones a juego con las de otras máquinas New Holland recientemente actualizadas. Un nuevo escape en forma de U garantiza una visión delantera sin obstáculos, mientras que los faros de trabajo mejorados con un paquete opcional de luces LED mejoran la visión y la seguridad en el campo y en carretera.

Los tractores T5 Dual Command se benefician de la suspensión mecánica de la cabina Comfort Ride, para una conducción más suave en campo y carretera. Estos modelos también incorporan un nuevo cuadro de mandos digital con un diseño revisado que facilita la lectura de la información.

Con la creciente demanda de los clientes de los mismos estándares de tecnología de agricultura de precisión establecidos en modelos de mayor potencia, los nuevos modelos T5 Dual Command pueden equiparse con telemática y un conjunto completo de tecnologías de agricultura de precisión, incluyendo autoguiado, pantalla táctil IntelliView 12 y conexión de implementos ISOBUS Clase 2.

La plataforma FieldOps de New Holland, disponible en todo el mundo, permite monitorizar la máquina en tiempo real, incluyendo la ubicación exacta y el estado de servicio, así como la visualización remota de las pantallas de la cabina y la visualización de capas de datos agronómicos.

agricultura y la ganadería requiere un enfoque integral que combine cambios en las prácticas agrícolas y que aborde, además, el complejo panorama de la creciente presencia de microplásticos. Esto último constituye una "amenaza silenciosa" que no solo agrava las emisiones al afectar la salud del suelo, sino que representa un riesgo significativo para la salud humana a través de la cadena alimentaria.

Estrategias tales como la reducción drástica en el uso de fertilizantes sintéticos y la mejora en la gestión del estiércol son fundamentales para mitigar tanto las emisiones de óxido nitroso, como la introducción de microplásticos. La promoción de cultivos con bajos requerimientos de insumos, como la avena y el centeno (que son centrales para lograr "suelos limpios") se erige como una vía prometedora para disminuir la dependencia de fertilizantes y mejorar la resiliencia del suelo. Paralelamente, prácticas de gestión sostenible de la tierra, la agricultura de conservación y la restauración de suelos degradados son cruciales para convertir el suelo de emisor a sumidero de carbono.

Sin embargo, la transición hacia un modelo agrícola verdaderamente sostenible va más allá de las técnicas. Implica "cultivar conciencia": integrar saberes ancestrales con tecnologías de precisión para optimizar la gestión de recursos, fomentar el relevo generacional con una formación integral en prácticas regenerativas y digitales, y revalorizar la producción a pequeña escala. Las políticas, como las promovidas por la UE y España, son vitales para incentivar estos cambios, limitar productos ligados a la deforestación y fomentar alternativas sin plásticos en los fertilizantes.

Aunque existen desafíos económicos, sociales y tecnológicos inherentes a esta transformación (que van desde la resistencia cultural a los cambios dietéticos hasta la necesidad de inversión en infraestructura y capacitación), el camino hacia una agricultura que minimice las emisiones y los microplásticos, promueva la salud del suelo y asegure alimentos seguros es no solo posible, sino necesario. Este enfoque requiere superar desafíos específicos, como escalar tecnologías o cambiar hábitos de consumo, pero, en conjunto, ofrece un marco sólido para una transformación agrícola sostenible. ■

▼ ***Referencias bibliográficas***

AMERICAN FARM BUREAU FEDERATION. (2019). *Agriculture and greenhouse gas emissions*. Recuperado de https://www.fb.org/market-intel/agriculture-and-greenhouse-gas-emissions

CLARK, J. R., COLE, M., LINDEQUE, P. K., FILEMAN, E., BLACKFORD, J., LEWIS, C., ... & GALLOWAY, T. S. (2016). Marine microplastic debris: A targeted plan for understanding and quantifying interactions with marine life. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(6), 317–324. https://doi.org/10.1002/fee.1297

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEa (CEU). (2020). *Pacto Verde Europeo*. Recuperado de https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/

CUSWORTH, S.J., DAVIES, W.J., MCAINSH, M.R. et al. (2024) Agricultural fertilisers contribute substantially to microplastic concentrations in UK soils. *Commun Earth Environ* 5, 7. https://doi.org/10.1038/s43247-023-01172-y

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). (2021). *Trends and projections in Europe 2021: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. Recuperado de https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2021

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). (2022). *Overview. Agroecology Knowledge Hub*. Recuperado de https://www.fao.org/agroecology/overview/en/

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) & World Health Organization (WHO). (2020). *Dietas saludables sostenibles: Principios rectores*. FAO. https://doi.org/10.4060/ca6640es

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

DANIELA LOVARELLI, D. y BACENETTI, J. (2019). Exhaust gases emissions from agricultural tractors: State of the art and future perspectives for machinery operators. *Biosystems Engineering*, 186, pp. 204-213 https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.07.011

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). (2022). *Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/pac/pac-2023-2027/

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). (2023). *Informe del consumo alimentario en España 2022*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (MITECO). (2023). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2023*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/inventario-gases-efecto-invernadero.html

PÉREZ-PÉREZ, J. M., ALAGUERO-CORDOVILLA, A., GRAN-GÓMEZ, F. J., JADCZAK, P., MHIMDI, M., IBÁÑEZ, S., BRES, C., JUST, D., & ROTHAN, C. (2020). A quick protocol for the identification and characterization of early growth mutants in tomato. *Plant Science*, 301, 110673. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110673

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA (SENC). (2018). *Guía de la alimentación saludable para la atención primaria y colectivos ciudadanos*. Recuperado de https://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/guia-alimentacion-saludable-ap

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ (UMH). (2024). *El IB-UMH investiga las raíces del tomate para mejorar su cultivo en un contexto de cambio climático*. Recuperado de https://innoavi.es/es/el-ib-umh-la-investiga-las-raices-del-tomate-para-mejorar-su-cultivo-en-un-contexto-de-cambio-climatico/

WANG, Y., & ZHANG, Y. (2024). Microplastic pollution as an environmental risk exacerbating the greenhouse effect and climate change: A review. *Carbon Research*, 3(1), 1–15. https://doi.org/10.1007/s44246-023-00097-7

WILLETT, W., ROCKSTRÖM, J., LOKEN, B., SPRINGMANN, M., LANG, T., VERMEULEN, S., ... & MURRAY, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4

ZHOU, Y., & LIU, X. (2022). Microplastics in agricultural soils: Health impacts. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 855292. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.855292

ZORRILLA-MUÑOZ, V., AGULLÓ, V., & MARCOS, A. (2021). Assessing environmental sustainability of projects with different tools. A life cycle perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 23(2), 1788–1812. https://doi.org/10.1007/s10668-020-00794-y

ZORRILLA-MUÑOZ, V., ROPERO LARA, A. B., PÉREZ-PÉREZ, J. M., & JUSTAMANTE CLEMENTE, M. S. (2024, April 18). Menos fertilizantes y más legumbres: Estrategias para reducir las emisiones de la agricultura y la ganadería. *The Conversation*. https://theconversation.com/menos-fertilizantes-y-mas-legumbres-estrategias-para-reducir-las-emisiones-de-la-agricultura-y-la-ganaderia-225812