

# Drones para identificar y eliminar malas hierbas en pastos y cultivos: la tecnología GRASSGUARD del proyecto GUARDIANS

JAIRO GARCÍA RODRÍGUEZ. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. [jairo.garciaRodriguez@asturias.org](mailto:jairo.garciaRodriguez@asturias.org)

CARMEN DIEZ MONFORTE. Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos. [mariadelcarmen.diezmonforte@asturias.org](mailto:mariadelcarmen.diezmonforte@asturias.org)

RAFAEL CELAYA AGUIERRE. Área de Sistemas de Producción Animal. [rafael.celayaaguirre@asturias.org](mailto:rafael.celayaaguirre@asturias.org)

FERNANDO VICENTE MAINAR. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. [fernando.vicentemainar@asturias.org](mailto:fernando.vicentemainar@asturias.org)

JITKA KUMHÁLOVÁ. Departamento de Vehículos y Transporte Terrestre. Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de Ciencias de la Vida (CZU). [kumhalova@tf.czu.cz](mailto:kumhalova@tf.czu.cz)

FRANTISEK KUMHÁLA. Departamento de Maquinaria Agrícola. Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de Ciencias de la Vida (CZU). [kumhala@tf.czu.cz](mailto:kumhala@tf.czu.cz)

ROCÍO ROSA GARCÍA. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. [rocio.rosagarcia@asturias.org](mailto:rocio.rosagarcia@asturias.org)

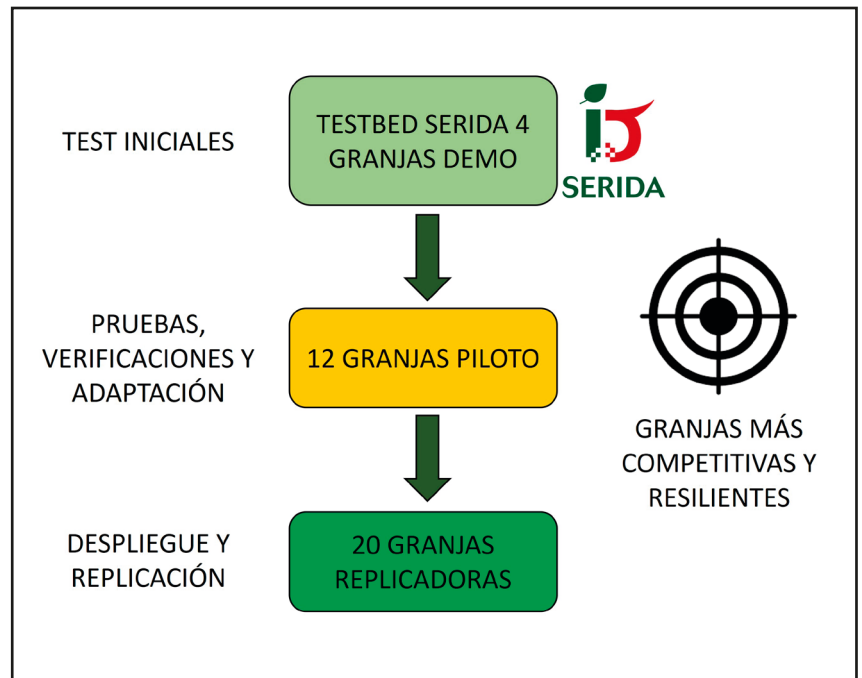
## El Proyecto GUARDIANS

El SERIDA y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de las Ciencias de la Vida de Praga (TF CZU), junto con otros 19 socios, forman parte del consorcio del proyecto Horizonte Europa "GUARDIANS" desde el año 2023. El propósito principal de este proyecto es proporcionar a los pequeños y medianos ganaderos y agricultores soluciones tecnológicas innovadoras adaptadas al contexto social y regional, con la intención de hacerlos más competitivos en mercados dominados actualmente por grandes explotaciones agropecuarias. Esto permitiría, además, promover la instauración y el uso de modelos producti-

vos más respetuosos con el medioambiente. En este sentido, la revolución digital vivida en los últimos tiempos ha propiciado un entorno adecuado para aplicar la automatización y robotización en el campo de la agricultura y la ganadería, lo que puede contribuir a mejorar la productividad y competitividad, reduciendo a su vez la carga de trabajo manual a desempeñar por los productores. La entidad coordinadora de este proyecto es la Fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC). El consorcio GUARDIANS está formado por 21 socios de ocho países europeos, e incluye desarrolladores de tecnología, centros de investigación, cooperativas agrícolas, centros agroali-

mentarios, centros de integración digital, grandes empresas alimentarias y entidades de innovación empresarial y social.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de los recursos disponibles y la secuencia de actividades que se están realizando en el proyecto GUARDIANS, con el fin de evaluar y validar varias soluciones digitales en las explotaciones agropecuarias. En primer lugar, se probaron nueve tecnologías en cuatro granjas experimentales o granjas demo del SERIDA (Tabla 1) que ofrecen un ambiente controlado y relevante, por lo que han jugado un destacado papel como banco de pruebas o *testbed* en el proyecto. Para más información sobre estas tecnologías se puede consultar el artículo realizado por García Rodríguez et al. (2024).



GRANJAS EXPERIMENTALES DEL SERIDA				
	Samielles	Villanueva	La Mata	Carbayal
<b>Tipología de la granja</b>	Pastos y cultivos herbáceos	Pastos y agricultura regenerativa	Pastos y cultivos leñosos	Pastos para producción ganadera
<b>Tipo de ganado</b>	Ganado bovino de leche	Ganado bovino de carne	Ganado bovino y ovino de carne	Ganado bovino, ovino, caprino y caballar de carne
<b>Vegetación</b>	Pastos mejorados, praderas y cultivos forrajeros	Pastos y praderas seminaturales	Praderas, huertos y frutales	Pastos mejorados, matorrales y repoblaciones forestales
<b>Superficie (ha)</b>	23	28	20	220
<b>Altitud (m.s.n.m.)</b>	20-50	40-100	60-65	800-1000

Las granjas demo del SERIDA son ejemplos de tipologías agroambientales relevantes de granjas a nivel europeo: desde cultivos herbáceos (Samielles) a leñosos (La Mata), pasando por la agricultura regenerativa (Villanueva) y los pastos con superficies herbáceas y/o matorrales (El Carbayal). Una vez evaluada la funcionalidad básica de las nueve tecnologías en las granjas del

SERIDA, éstas se están probando en un ambiente real en 12 granjas piloto de varias regiones de la Unión Europea, concretamente de España (Castilla y León y Asturias), Italia, Suecia y República Checa. Una vez las tecnologías hayan sido probadas, adaptadas y mejoradas en estas granjas, el proyecto se centrará en el despliegue y la replicación de las

↑

**Figura 1.** Resumen de los recursos y la secuencia de actividades para la implementación de las tecnologías digitales innovadoras en el proyecto GUARDIANS. *Testbeds* = 4 granjas demo del SERIDA para realizar las pruebas preliminares. Granjas piloto = 12 granjas de 6 regiones de la UE para probar, mejorar y adaptar las tecnologías. Granjas replicadoras = 20 granjas de la UE para replicar las pruebas de las tecnologías bajo diferentes condiciones.

←

**Tabla 1.** Resumen de las características de las cuatro granjas demo del SERIDA

tecnologías en unas 20 granjas replicadoras, bajo condiciones diferentes a las de las granjas piloto. Se espera que las tecnologías desarrolladas en GUARDIANS lleguen a un total de 95 explotaciones agropecuarias de toda la UE al final del proyecto.

Además, en el año 2025 se lanzó una convocatoria abierta (*Open Call*) para incluir más tecnologías innovadoras que puedan ser útiles para pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias. Las propuestas fueron evaluadas por un panel de evaluadores expertos externos al proyecto, incorporándose otras nueve soluciones digitales innovadoras a GUARDIANS para su desarrollo y validación.

### La tecnología GRASSGUARD

Este artículo se centra en la tecnología GRASSGUARD, que está siendo desarrollada en la TF CZU de Praga. El equipo de la TF CZU está compuesto por expertos del Departamento de Maquinaria Agrícola, del Departamento de Vehículos y Transporte Terrestre y la empresa *start-up* Prolab Engineering s.r.o. Este equipo multidisciplinar está desarrollando una plataforma tecnológica automática formada por dos unidades: un dron terrestre y un dron aéreo. El dron terrestre se encargaría de segar de forma selectiva los restos vegetales no pastados en base a la información obtenida a partir de imágenes georreferenciadas u ortofotos tomadas por el dron aéreo semiautónomo. En este sentido, el término georreferenciar indica la posibilidad de localizar en el espacio los elementos presentes en imágenes utilizando las coordenadas geográficas. Por su parte, una ortofoto se define como una imagen aérea corregida digitalmente para que tenga la misma escala en toda su superficie y la precisión geométrica de un mapa, eliminando las distorsiones causadas por la perspectiva de la cámara o el relieve del terreno.

Los drones aéreos y terrestres pueden ser herramientas muy útiles de apoyo para muchas tecnologías. El sector productivo está incorporando activamente estas herramientas para obtener fotografías de gran calidad con drones cuyos precios son cada vez más asequibles. Además, estas imágenes se pueden georreferenciar con facilidad, lo que da lugar a una gran variedad de potenciales aplicaciones para su uso en intervenciones controladas, como pueden ser la detección y eliminación de maleza, la detección de enfermedades en los cultivos o pastos, o la evaluación de su estado de crecimiento.

GRASSGUARD se diseñó inicialmente para trabajar sobre pastos. El ganado tiene preferencia por ciertas plantas sobre otras, lo que puede potenciar el desarrollo de las menos apetecibles. Si no se actúa a tiempo, los pastos pueden perder calidad al reducirse la superficie ocupada por las plantas con mayor valor nutritivo para el ganado. Sin embargo, la tarea de eliminar estas plantas suele exigir bastante trabajo y tiempo a los agricultores y ganaderos, especialmente cuando se trata de grandes áreas.

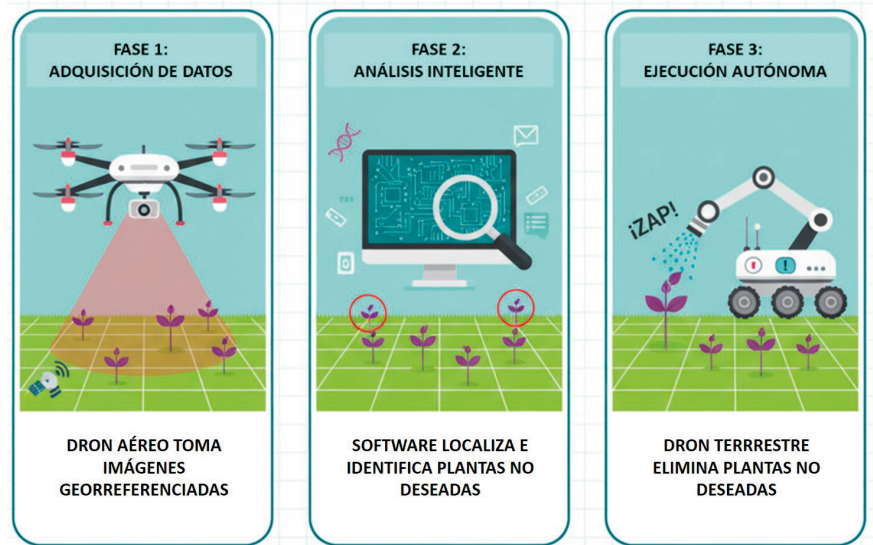
La tecnología GRASSGUARD consiste en tres fases fundamentales (Figura 2). Inicialmente (Fase 1) hay que tomar las imágenes georreferenciadas del área de interés utilizando un dron aéreo. A continuación, a partir de estas imágenes se generan ortofotos en las que se reconocen las principales plantas no deseadas, incluyendo su localización en el pasto (Fase 2). Por último, estas especies vegetales se eliminan utilizando un dron terrestre que trabaja de forma autónoma (Fase 3). Así, esta tecnología podría tener un gran potencial para mejorar el manejo de las explotaciones y su competitividad, que es uno de los principales objetivos del proyecto GUARDIANS.

## La tecnología GRASSGUARD en el SERIDA: de la teoría a la práctica

Para la validación inicial de esta tecnología se seleccionaron los pastos de dos granjas demo del SERIDA, situadas ambas en Villaviciosa (Asturias) y especializadas en ganado vacuno en pastoreo. Esta fase de ensayo en un banco de pruebas es crucial para ajustar la tecnología al contexto local, detectar problemas técnicos y prácticos, y buscar la forma de resolverlos. La granja de Samielles cuenta con un rebaño de ganado vacuno lechero de raza frisona y la granja de Villanueva con un rebaño de vacuno de carne de la raza autóctona Asturiana de los Valles. El objetivo de esta prueba era garantizar que los procedimientos fueran repetibles y se pudieran incorporar en la práctica habitual de una granja, por lo que la preparación completa de esta fase incluyó varias etapas.

Inicialmente, se seleccionaron las parcelas que se iban a fotografiar con el dron aéreo. Para ello, las parcelas se clasificaron previamente en distintas categorías en función de su uso: pastoreo rotacional de vacuno lechero, pastoreo rotacional de vacuno de carne, praderas cultivadas y rotación de cultivos de maíz y especies forrajeras de invierno. Antes de los vuelos con los drones, se recopiló información de las parcelas y se realizaron los trámites administrativos necesarios para los vuelos de los drones. Para ello se completaron las siguientes actividades:

- Determinar la ubicación y la altura exacta del relieve, ya que el terreno en esta zona es muy irregular y las líneas eléctricas suelen atravesar las parcelas.
- Obtener los permisos de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea para realizar los vuelos en caso de que la categoría de vuelo lo requiera.



- Inspección visual detallada de las parcelas por personal del SERIDA.

Una vez seleccionadas las parcelas, el personal del SERIDA identificó sobre el terreno la vegetación no pastada, incluyendo árboles y arbustos, antes de realizar los vuelos. Esta información es fundamental para verificar los resultados obtenidos por la tecnología.

Para esta prueba preliminar se transportaron tres modelos de drones aéreos propulsados por baterías eléctricas desde República Checa a España:

- 1) Multicóptero Autel EVO 2 Pro con capacidad de establecer un plan de vuelo automatizado, equipado con una cámara RGB que capta la luz del espectro visible.
- 2) eBeeX con una cámara RGB S.O.D.A. más económica, y una cámara fotogramétrica Aeria X más cara (véase la figura 3).
- 3) VTOL Wingtra con una cámara SONY RX1RII RGB.

Tras una serie de conversaciones entre el SERIDA y los miembros de la TF CZU, se decidió probar el modelo Autel EVO 2 Pro debido al relieve irregular y el clima inestable, así como para minimizar el ruido y evitar molestar al ganado que estaba pastando. Además,

↑  
**Figura 2.** Fases de las que consta la tecnología GRASSGUARD para la detección y eliminación de malas hierbas en los pastos y cultivos. Imagen generada por IA con Google Gemini 2025 (21 de noviembre de 2025).



**Figura 3.** Personal del SERIDA y de la TF CZU con dos de los modelos de drones aéreos que se transportaron para fotografiar las parcelas de las granjas demo del SERIDA.

este modelo era el más asequible económicamente, lo que es un punto muy importante a tener en cuenta al tratarse de una tecnología diseñada para pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias. Como el tiempo era bastante inestable, los planes de vuelo se diseñaron para fotografiar cada parcela de forma individual (ver Figura 4).

Una vez escaneadas las parcelas, las imágenes individuales se fusionaron en ortofotos (ver Figura 5) utilizando el software PiX4D y el software de código abierto OpenDroneMap, y se localizaron los parches de zonas sin pastar. Una vez realizados los vuelos y generadas las ortofotos, el personal del SERIDA identificó de nuevo sobre el terreno los restos de vegetación sin pastar, los árboles y los arbustos.



**Figura 4.** Una de las parcelas de la granja demo de Samielles fotografiada por el dron mientras los animales estaban pastando.



Las ortofotos generadas se evaluaron mediante un análisis de imagen RGB y se realizó la clasificación de las áreas no pastadas, árboles y arbustos (ver Figura 6). Dichas áreas se detectaron basándose en diferencias estructurales y en los distintos tonos de verde. Para refinar los resultados se usaron datos LiDAR disponibles a través del catastro, con el fin de generar modelos digitales del terreno que fueron posteriormente recortados para que coincidan con la forma del pasto o parcela fotografiados por los drones. Los datos LiDAR se obtienen utilizando una tecnología láser que permite generar modelos 3D del terreno con una elevada precisión, incluyendo modelos normalizados de vegetación y edificación, esenciales para la planificación urbanística, el cálculo de cotas y la extracción de alturas.

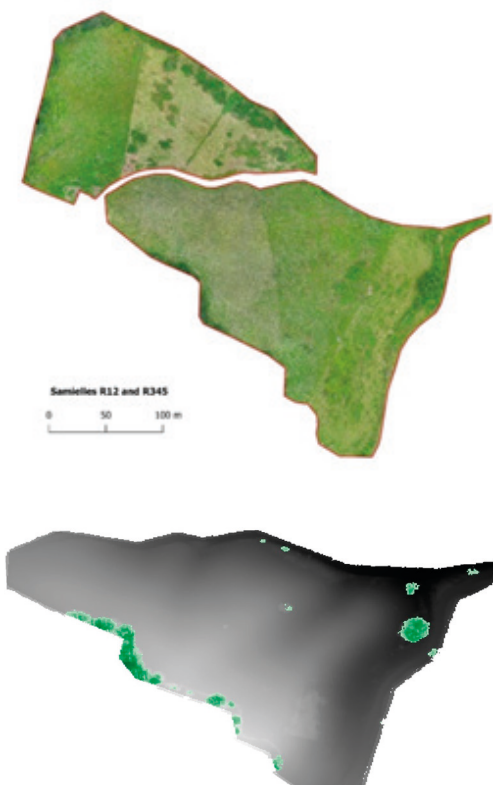
Al solapar el modelo digital del terreno con el modelo digital de superficie obtenido a partir de los datos captados por los drones, se crea un modelo de altura del dosel arbóreo. Si se aplica un filtro umbral a los datos obtenidos de esta forma, los objetos menores de la altura umbral seleccionada (p. ej. 1,5 metros) se pueden eliminar mediante segado. Así, los objetos más altos de la altura umbral se consideran árboles y arbustos, y los que son más bajos de esa altura se consideran zonas de vegetación no pastada.

Una vez completadas estas tareas se generó un mapa de la finca con las zonas a tratar identificadas y localizadas, en base al cual se puede llevar a cabo la siega selectiva de los pastos utilizando un dron terrestre.

Posteriormente se dividieron los datos en polígonos, que representan diferentes clases de plantas, en función de la clasificación previamente realizada sobre el terreno. En base a esto, las características (valores de RGB asociados a los colores de las distintas clases de plantas) se pueden extraer de los datos de entrenamiento. El modelo obteni-

do debe entrenarse utilizando métodos de aprendizaje automático como son los algoritmos Random Forest o Support Vector Machine. Para ello se debe nutrir el modelo con un número de imágenes de pastos suficientemente elevado, para entrenar al modelo de forma que pueda reconocer las diferentes clases de plantas con una precisión que sea de utilidad. En este caso, se logró alcanzar una precisión de en torno al 95%, con el objetivo principal de garantizar que el modelo no identifique un árbol o arbusto como zona sin pastar, aunque en alguna ocasión pueda llegar a identificar una zona sin pastar como un árbol o arbusto. Esto se debe a que el dron terrestre no está diseñado para cortar árboles o arbustos de gran porte y, de intentarlo, se podrían causar daños estructurales al equipo.

En resumen, la generación de ortofotos y la detección de zonas sin pastar se realizó utilizando los softwares Pix4D, Open Drone Maps, QGIS y ArcGIS, y los algoritmos mencionados.



### Del SERIDA a las granjas piloto: más cerca del usuario final, pero sin dejar de mejorar la tecnología

Uno de los principales hallazgos de este ensayo preliminar de GRASSGUARD en el SERIDA fue que esta tecnología es relativamente fácil de utilizar para el usuario, ya que las rutas de vuelo automatizadas simplifican la recopilación de datos. Sin embargo, los usuarios necesitan un entrenamiento básico para interpretar de forma efectiva las ortofotos generadas a partir de los vuelos. Además, el modelo de dron empleado con éxito (Autel EVO 2 Pro) tiene un precio asequible, lo cual aumenta las posibilidades de que esta tecnología sea incorporada a las pequeñas y medianas explotaciones.

La replicación de la tecnología GRASSGUARD en las condiciones de la República Checa se está desarrollando en las parcelas de las explotaciones piloto de la cooperativa agrícola ZD Květná, localizadas en la región checa de Pardubice. El objetivo de esta fase piloto es llevar las soluciones digitales que se mostraron exitosas en los ensayos preliminares en el SERIDA a explotaciones en condiciones reales, pero todavía controladas. Así, este proceso contribuye a mejorar y adaptar la tecnología GRASSGUARD a diferentes condiciones geográficas y sociales, mejorando así el nivel de madurez de la tecnología.

En el caso de las pruebas de GRASSGUARD en la granja piloto, las imágenes de los pastos se capturaron con dos tipos de drones: el ya mencionado Autel Evo 2 Pro, y el DJI Mavic 3M adquirido por la cooperativa ZD Květná. El ensayo de esta parte de la tecnología en la granja piloto condujo a resultados similares a los obtenidos en las granjas experimentales del SERIDA. Del mismo modo, se está elaborando un mapa preciso para la siega automática utilizando un dron terrestre en base a la evaluación de las imágenes y a la localización de los parches de zonas sin pastar.

←  
**Figura 5.** Ortofoto creada a partir de las imágenes capturadas por el dron aéreo equipado con cámara RGB en la granja demo de Samielles del SERIDA.

←  
**Figura 6.** Detalles de una de las ortofotos con los árboles y arbustos identificados.

El equipo de la CZU está ultimando el diseño del dron terrestre y del adaptador para la propulsión eléctrica. En lo que respecta al mecanismo de siega, se está avanzado en el diseño. La anchura total de este dron terrestre es de un metro, así que la anchura de trabajo del mecanismo de siega será similar. Este sistema de siega está formado por cinco rotores con un eje vertical de rotación (ver Figura 7), cada uno de los cuales posee su propio motor eléctrico. Además, se está desarrollando un sistema de transporte para el dron terrestre, que consiste en un remolque equipado con paneles solares (ver Figura 8). Estos paneles generan electricidad que alimenta a la unidad de carga, a la cual se puede conectar el dron para cargar su batería.

Las primeras pruebas del dron terrestre en una granja piloto ya se han realizado. Por el momento, la herramienta en su totalidad parece funcionar correctamente. Ahora, el equipo de la CZU se está enfocando en mejorarlo con el fin de facilitar su uso para los ganaderos

y los agricultores, así como para hacerlo más asequible económicamente.

En definitiva, las pruebas llevadas a cabo hasta el momento en las granjas demo del SERIDA y en la granja piloto demuestran el potencial de la tecnología GRASSGUARD y su utilidad para las explotaciones agropecuarias. Además, a través de estas pruebas se ha podido comprobar la versatilidad de distintos modelos de drones aéreos, optimizando el uso del modelo adecuado en función de las características del terreno, el tipo y el tamaño de la explotación, la disponibilidad de recursos económicos o las condiciones meteorológicas del lugar. A pesar de que aún queda trabajo por hacer, todo indica que los ensayos van por buen camino y que la tecnología podrá ser validada en el marco del proyecto GUARDIANS.

### Agradecimientos

El proyecto GUARDIANS está financiado por el Programa de Investigación e Innovación Horizonte Europa de la Unión Europea (Nº 10108446), que financia el contrato de Jairo García Rodríguez.

Los autores forman parte del Grupo NySA (Nutrición y Sanidad Animal) financiado por el Gobierno del Principado de Asturias a través de SE-KUENS (IDE/2024/000764), cofinanciado por FEDER.

### Referencias bibliográficas:

GARCÍA RODRÍGUEZ, J.; Díez Monforte, C.; CELAYA AGUIRRE, R.; VICENTE MAINAR, F.; ROSA GARCÍA, R. (2024). El proyecto GUARDIANS: Soluciones inteligentes para que las pequeñas y medianas explotaciones se conviertan en guardianes de sus territorios. Tecnología Agroalimentaria: boletín informativo del SERIDA, nº 31, pp 2-9.

GOOGLE GEMINI. (2025, noviembre 21). Imágenes generadas por IA que muestran la tecnología GRASSGUARD y sus fases. <https://gemini.google.com>

↓  
**Figura 7.** Dron terrestre diseñado por el equipo de la CZU para llevar a cabo la siega automática de las zonas no pastadas.

↓  
**Figura 8.** Sistema de transporte del dron terrestre, formado por un remolque equipado con paneles solares.

