

Campos agrícolas en Brasil
Image © 2026 Planet Labs PBC

Climate Change AI
Escuela de verano virtual 2026

IA para la agricultura y la seguridad alimentaria

De la observación de la Tierra a decisiones climáticamente inteligentes

Dra. Aliny Reis
Científica sénior de teledetección · Corvian

Julio de 2026

Contenido de esta clase

Temas

- Agricultura, cambio climático y seguridad alimentaria
- Observar los sistemas agrícolas a través de los datos
- De la observación de la Tierra al apoyo a la decisión con IA
- Aplicaciones de IA, de la explotación a la seguridad alimentaria mundial
- IA responsable, perspectivas y próximos pasos



Campos agrícolas en Polonia
Image © 2026 Planet Labs PBC

Agricultura, seguridad alimentaria y cambio climático

La agricultura contribuye al cambio climático y sufre sus efectos.

Comprender este doble papel es esencial para diseñar sistemas de IA que mejoren de verdad la situación de las personas y del planeta.

La agricultura como causa del cambio climático

La agricultura contribuye mucho a las emisiones de GEI por el cambio de uso del suelo, la ganadería y la gestión de los suelos.

Principales fuentes de emisiones

Cambio de uso del suelo

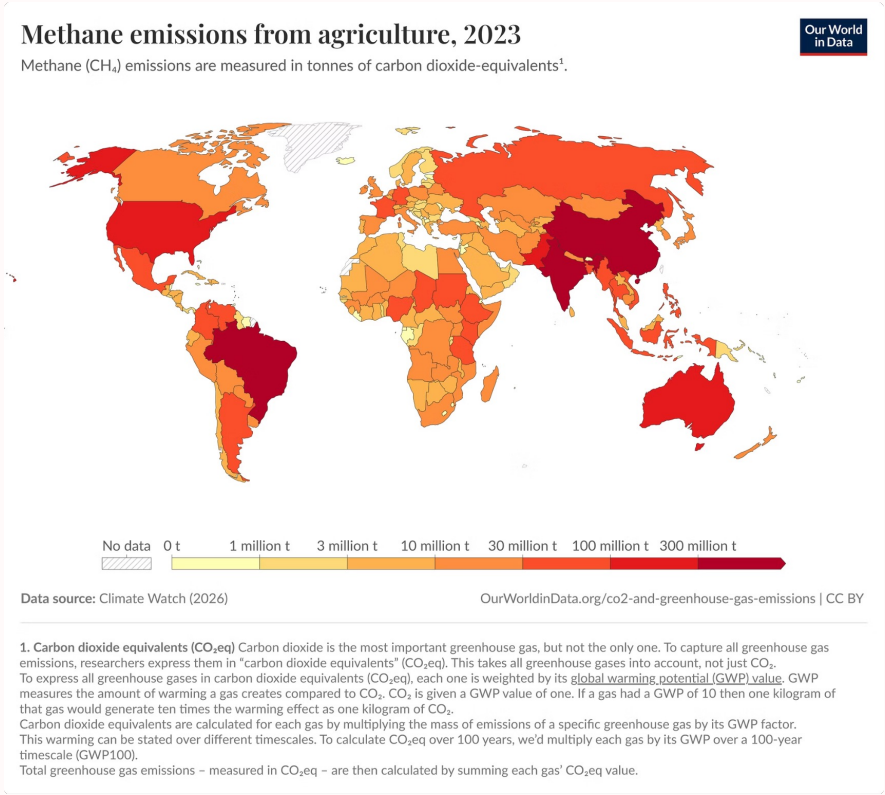
La conversión de bosques y ecosistemas naturales en tierras agrícolas libera el carbono almacenado.

Ganadería

Metano (CH_4) de la fermentación entérica de los rumiantes (p. ej., el ganado vacuno) y de la gestión del estiércol.

Gestión de tierras de cultivo

Óxido nitroso (N_2O) de los fertilizantes nitrogenados sintéticos y de las prácticas que alteran el suelo.



Riesgos climáticos para los sistemas agrícolas

Sequía y estrés térmico

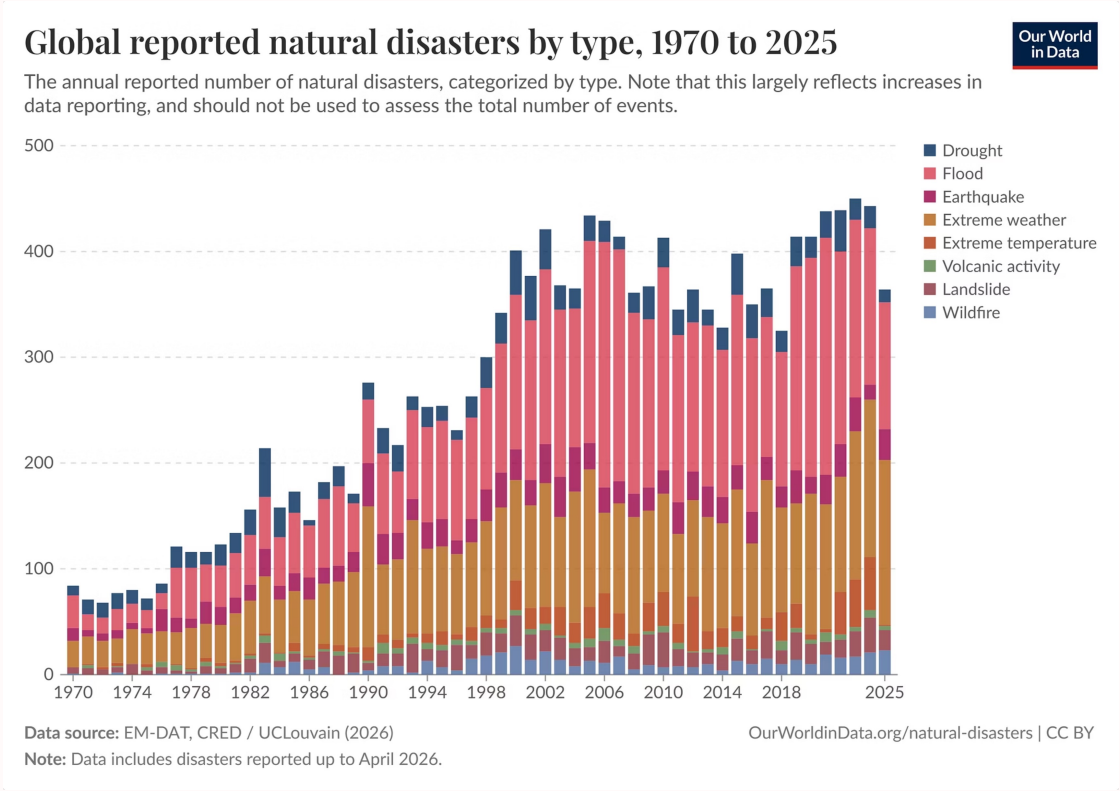
Los periodos secos prolongados y las temperaturas extremas reducen los rendimientos, dañan los cultivos y agotan la humedad del suelo.

Inundaciones y fenómenos extremos

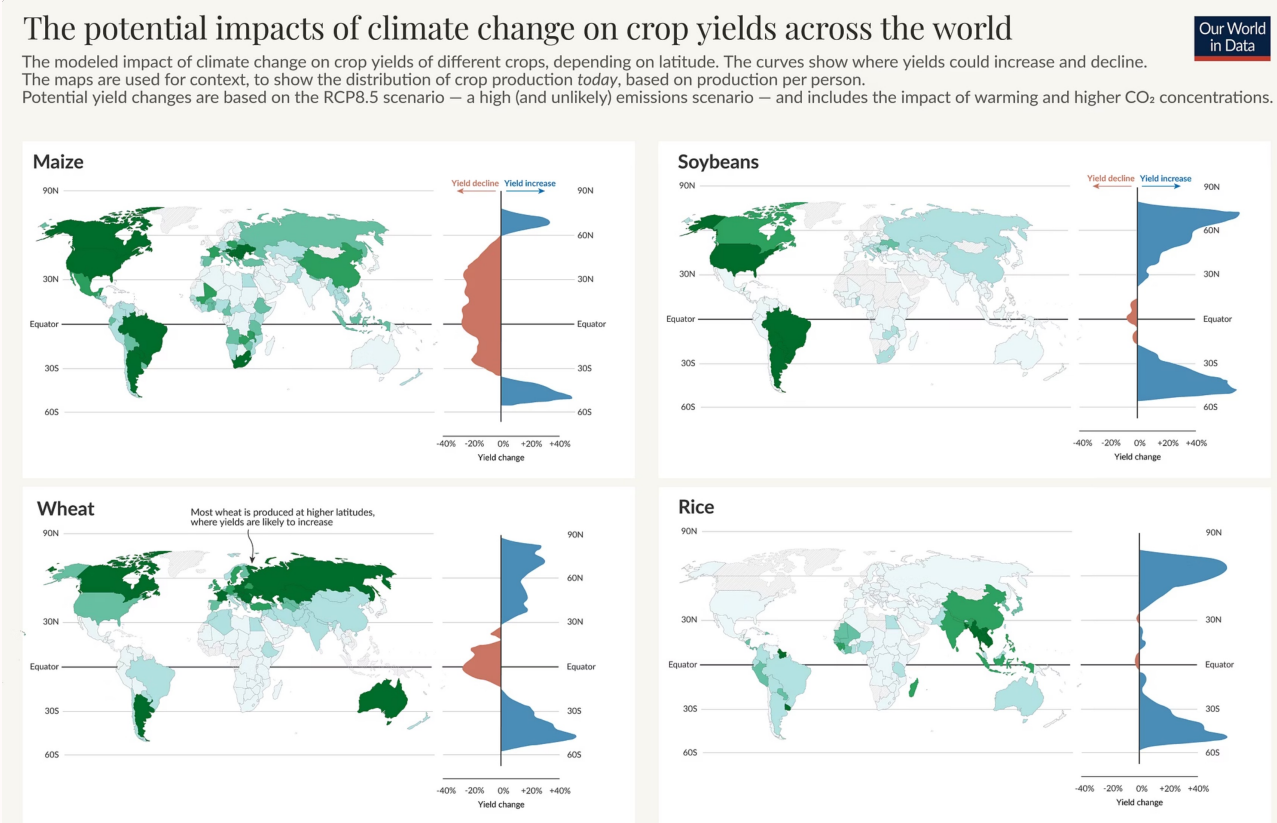
Las lluvias intensas, las inundaciones y las tormentas destruyen cosechas y erosionan las tierras agrícolas productivas.

Degradación de las tierras

La erosión, la salinización y el agotamiento de nutrientes reducen con el tiempo la capacidad productiva de las tierras agrícolas.



Riesgos climáticos para los sistemas agrícolas

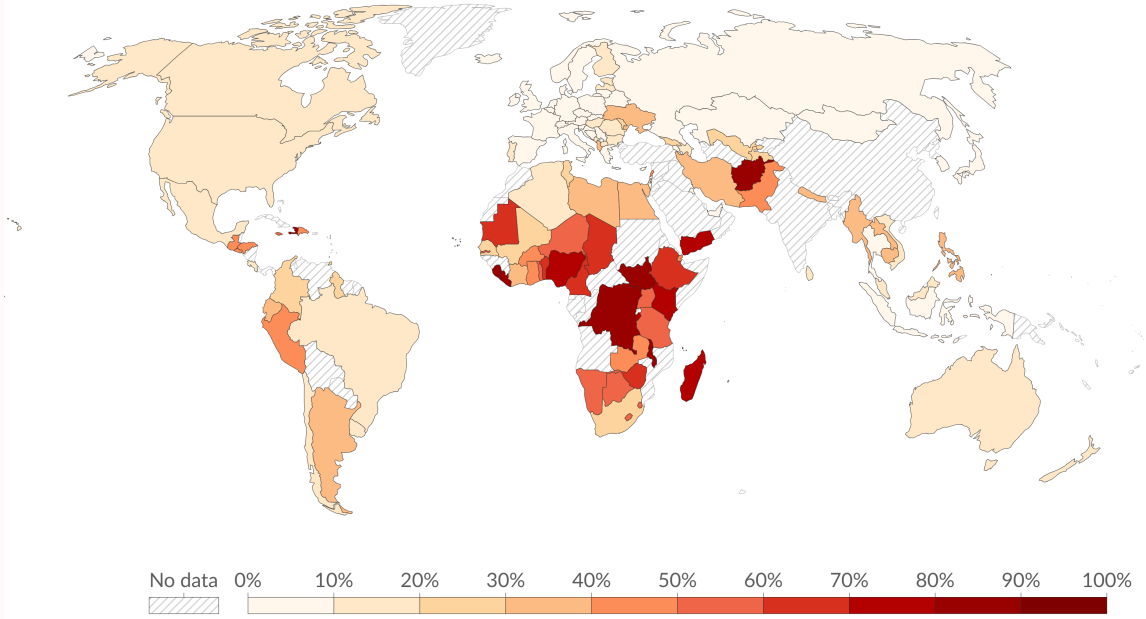


Riesgos climáticos para los sistemas agrícolas

Share of population with moderate or severe food insecurity, 2023

Our World in Data

Food insecurity[1] is defined by the Food Insecurity Experience Scale (FIES). Moderate food insecurity is associated with the inability to regularly eat healthy, nutritious diets. Severe food insecurity is more related to insufficient quantity of food (energy).



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025)

OurWorldinData.org/hunger-and-undernourishment | CC BY

La seguridad alimentaria en un clima cambiante

El cambio climático transforma la agricultura

- Sequías, inundaciones, olas de calor y fenómenos extremos más frecuentes amenazan la producción agrícola.
- Los impactos climáticos afectan a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria: **disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad.**
- La agricultura debe producir más alimentos usando los recursos de forma más eficiente, adaptándose al cambio climático y reduciendo su impacto ambiental.



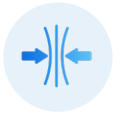
Aumentar la productividad

Producir más alimentos para una población creciente.



Mejorar la eficiencia

Usar de forma más eficiente la tierra, el agua, los fertilizantes y otros recursos.



Reforzar la resiliencia

Adaptar los sistemas agrícolas a una variabilidad climática creciente.



Proteger los ecosistemas

Reducir las emisiones protegiendo los ecosistemas naturales.

¿Quién usa la información agrícola?

Las decisiones agrícolas se toman a muchos niveles, **desde la explotación individual hasta las organizaciones mundiales**. **Aunque sus objetivos difieren, todos dependen de información oportuna, precisa y útil.**

Agricultores y productores

Decisiones: siembra, riego y momento de la cosecha.

Agrónomos y asesores agrícolas

Decisiones: manejo del cultivo, optimización de insumos y planificación de la cosecha.

Gobiernos y aseguradoras

Decisiones: política agrícola, seguro agrario y respuesta ante desastres.

Organizaciones humanitarias y climáticas

Decisiones: seguimiento de la seguridad alimentaria, respuesta humanitaria y adaptación climática.

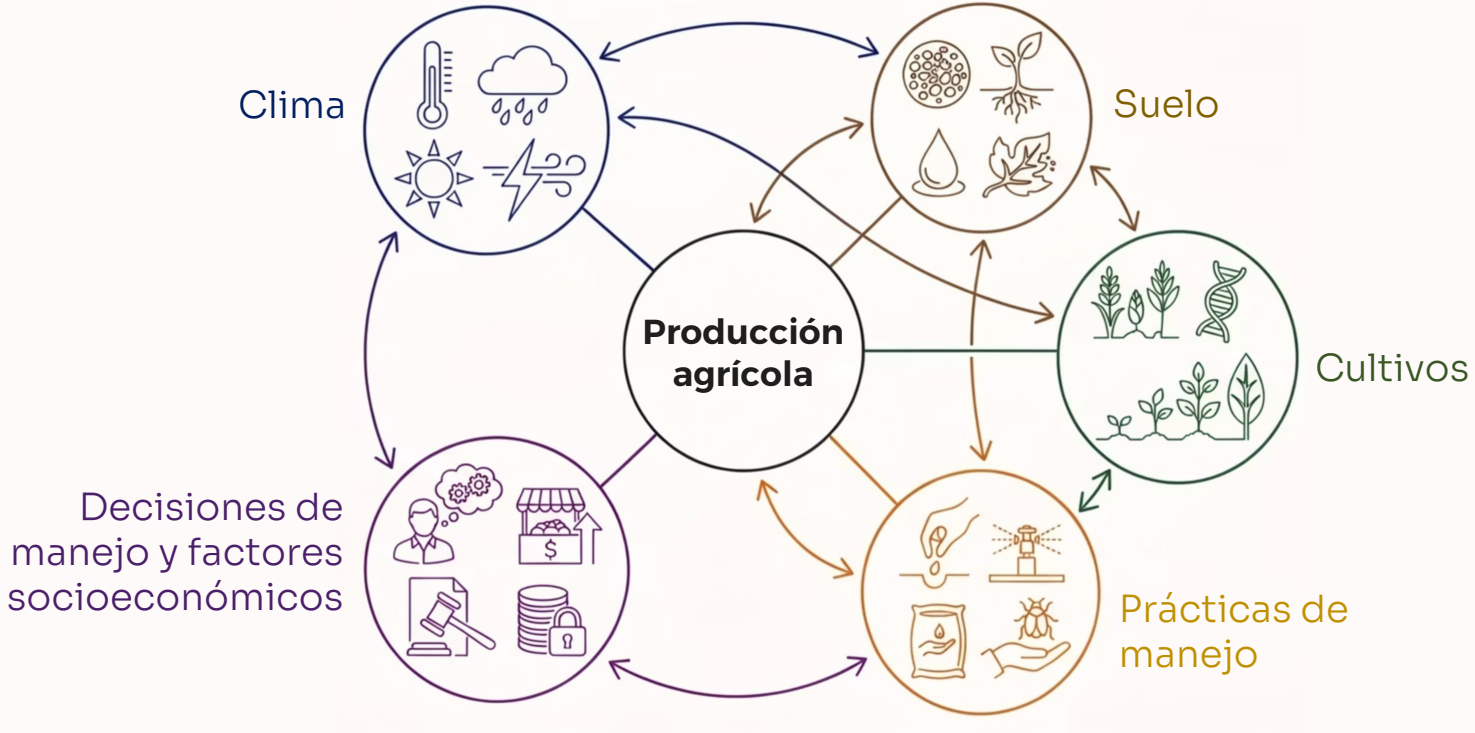


Campos agrícolas en Canadá
Image © 2026 Planet Labs PBC

Comprender los sistemas agrícolas a través de los datos

Los sistemas agrícolas surgen de interacciones complejas entre el **clima**, el **suelo**, los **cultivos**, las **prácticas de manejo y las decisiones humanas**. Captar esta complejidad requiere fuentes de datos diversas y complementarias.

¿Qué determina la producción agrícola?



La producción agrícola resulta de la interacción del clima, el suelo, los cultivos, el manejo y los factores socioeconómicos. **Comprender estas interacciones exige integrar varias fuentes de datos complementarias.**

Observar los sistemas agrícolas



Teledetección

Las observaciones satelitales, aéreas y con drones ofrecen información continua sobre el crecimiento de los cultivos, la cobertura del suelo y el estado de la vegetación.



Datos meteorológicos y climáticos

Temperatura, precipitación, radiación y otras variables meteorológicas procedentes de estaciones, reanálisis y modelos climáticos.



Información sobre suelos

Propiedades del suelo como la textura, la materia orgánica, la humedad y la fertilidad influyen en el crecimiento y la productividad de los cultivos.



Observaciones de campo y estadísticas

Las observaciones sobre el terreno, las encuestas de cultivos, los registros de manejo y las estadísticas agrícolas aportan información de referencia esencial.

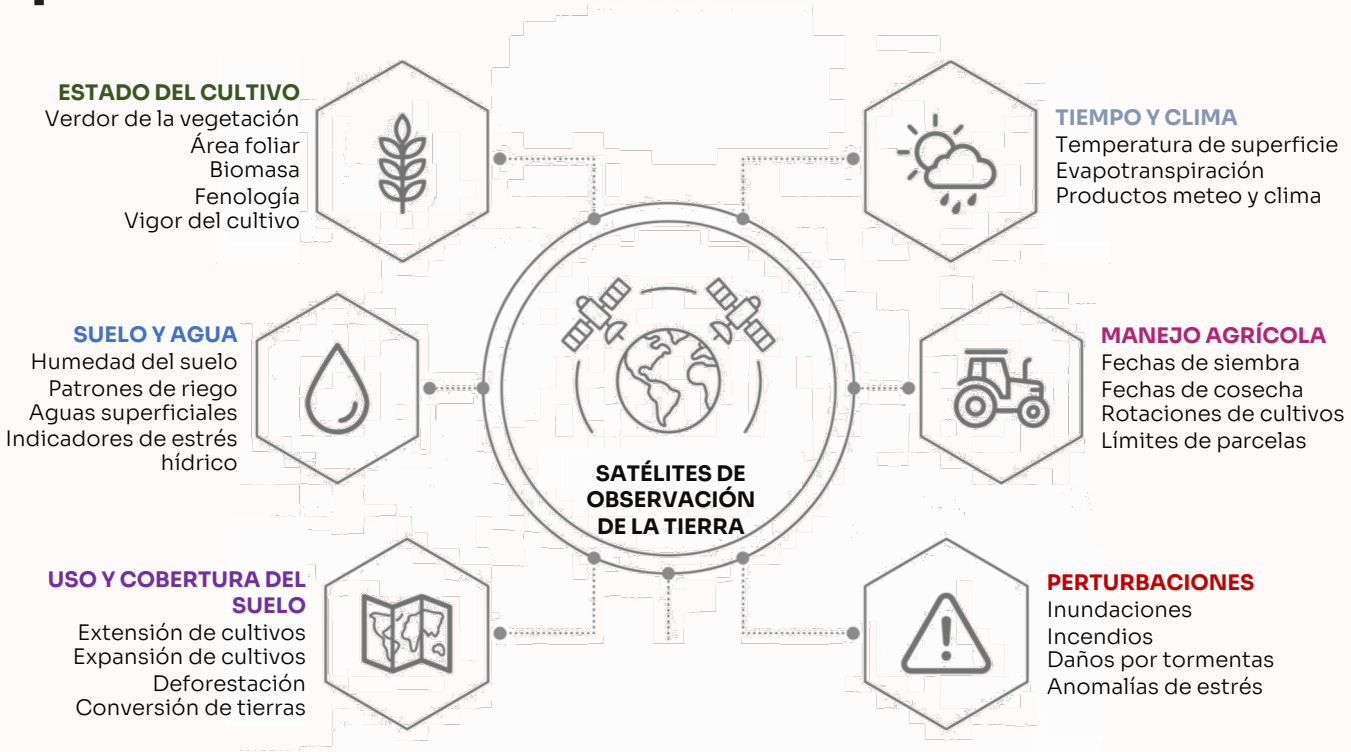
¿Qué puede observar la teledetección?

LAS MÚLTIPLES CARAS DE LA TIERRA



Fuente: ESA

¿Qué puede observar la teledetección?



La teledetección ofrece **observaciones continuas, objetivas y espacialmente explícitas** que permiten **el seguimiento agrícola a escala local, regional y mundial**.

Por qué la observación de la Tierra amplía el seguimiento agrícola

La observación de la Tierra complementa el seguimiento tradicional sobre el terreno con observaciones continuas y escalables en el espacio y en el tiempo.

Seguimiento tradicional en campo

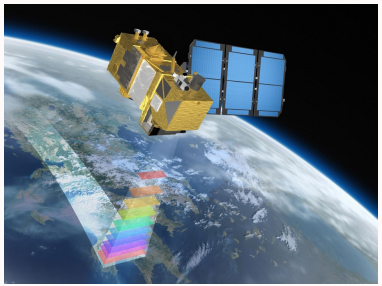




- Alta precisión local
- Requiere mucha mano de obra
- Lleva mucho tiempo
- Cobertura espacial limitada
- Difícil de escalar

Observaciones locales detalladas

Observación de la Tierra desde el espacio



- Cobertura de grandes superficies
- Observaciones frecuentes
- Archivos históricos
- Mediciones homogéneas
- Seguimiento casi en tiempo real

Seguimiento continuo y escalable

Tanto las **observaciones de campo** como la **observación de la Tierra** son esenciales.
Juntas aportan información complementaria para el seguimiento agrícola.

De la parcela al planeta

Sentinel-2 vuelve a pasar por cada punto de la Tierra cada cinco días, lo que ofrece observaciones homogéneas para el seguimiento agrícola a escala local, regional y mundial.

COBERTURA MUNDIAL DE SENTINEL-2



Fuente: ESA

Las observaciones homogéneas recogidas a lo largo del tiempo permiten seguir los sistemas agrícolas a escalas que serían imposibles solo con observaciones de campo.

La observación de la Tierra a distintas escalas

Cada decisión agrícola requiere datos a una escala distinta, con compromisos entre **detalle espacial, cobertura y frecuencia temporal**.



Parcela

Submétrica–10 m

Agricultores

Seguimiento del estado del cultivo
Manejo de dosis variable



Explotación

3–30 m

Gerentes/ agrónomos

Predicción del rendimiento
Zonas de manejo



Regional

10–30 m

Gobierno/investigadores

Cartografía de cultivos
Estimación de superficies



Nacional

30–250 m

Gobierno/ministerio

Estadísticas agrícolas
Seguimiento del uso del suelo



Mundial

250 m–1 km+

Organizaciones internacionales

Seguimiento de la seguridad alimentaria
Evaluación de sequías

Gran detalle espacial → **Mayor cobertura geográfica**

Cada decisión agrícola requiere una escala de observación distinta. Elegir los datos de observación de la Tierra adecuados siempre implica equilibrar detalle espacial, cobertura, frecuencia de revisita y coste computacional.

Fortalezas y limitaciones de la observación de la Tierra

Fortalezas

- Seguimiento homogéneo de grandes superficies en el espacio y en el tiempo.
- Las observaciones multisensor aportan información complementaria sobre los sistemas agrícolas.
- Las misiones satelitales abiertas han democratizado el seguimiento a escala mundial.

Limitaciones

- La nubosidad limita las observaciones ópticas.
- Compromisos entre resolución espacial, temporal y espectral.
- Los satélites miden el estado de la superficie, no directamente los procesos agrícolas.
- Las observaciones de campo siguen siendo esenciales para calibrar y validar.
- Los enormes volúmenes de datos exigen computación escalable y enfoques de modelización robustos.

La observación de la Tierra ofrece capacidades de seguimiento sin precedentes, pero convertir las observaciones en información útil exige **integrar los datos satelitales con observaciones de campo, conocimiento del sector y enfoques de modelización robustos.**

Pregunta de test 1

Una organización humanitaria necesita vigilar posibles riesgos para la seguridad alimentaria en varios países y actualizar las evaluaciones cada pocas semanas. ¿Qué opción es la más adecuada?

A

Vuelos de dron sobre aldeas seleccionadas

B

Seguimiento satelital regional a mundial combinado con indicadores climáticos

C

Imágenes de muy alta resolución de unas pocas explotaciones

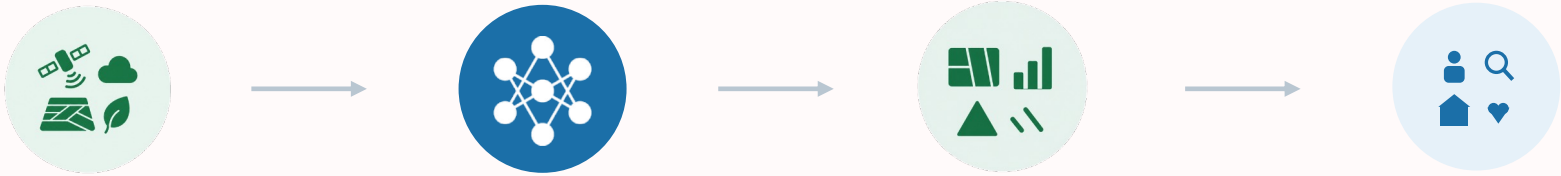
D

Solo encuestas de campo manuales

Respuesta correcta: B. La organización necesita una amplia cobertura geográfica y actualizaciones frecuentes, aunque la resolución espacial sea más gruesa que la del seguimiento a nivel de parcela.

De las observaciones a las decisiones

La inteligencia artificial integra múltiples fuentes de información agrícola para generar conocimiento útil para la toma de decisiones.



Observaciones brutas

Imágenes satelitales ▪ Clima ▪ Suelo ▪ Observaciones de campo

Modelos de IA e integración de datos

Aprender patrones ▪ Integrar datos ▪ Extraer información

Información útil

Mapas ▪ Predicciones ▪ Indicadores · Alertas

Apoyo a la decisión

Agricultores ▪ Gobiernos ▪ Organizaciones humanitarias

La IA transforma observaciones heterogéneas en información útil integrando la observación de la Tierra con fuentes de datos agrícolas complementarias.

Cada problema requiere su enfoque de IA

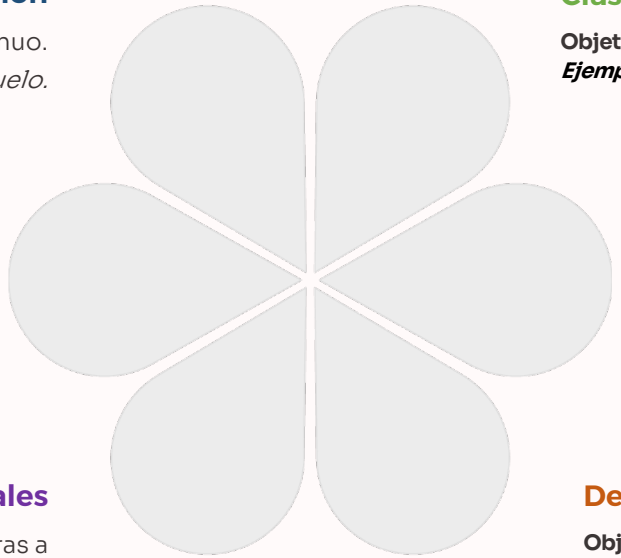
La elección del método de IA depende del tipo de pregunta que se quiere responder y de la información que se quiere producir.

Regresión

Objetivo: predecir un valor numérico continuo.
Ejemplo: *rendimiento, biomasa, humedad del suelo.*

Clasificación

Objetivo: asignar una categoría a cada observación.
Ejemplo: *tipos de cultivo, usos del suelo.*



Segmentación semántica

Objetivo: clasificar cada píxel de una imagen.
Ejemplo: *delimitación de parcelas.*

Detección de objetos

Objetivo: detectar y localizar objetos individuales.
Ejemplo: *conteo de frutos, detección de malezas.*

Predicción de series temporales

Objetivo: predecir condiciones futuras a partir de observaciones pasadas.
Ejemplo: *previsión del rendimiento, predicción de sequías.*

Detección de anomalías

Objetivo: detectar patrones inusuales o inesperados.
Ejemplo: *estrés del cultivo, fallos de riego.*

IA para la agricultura

Cada problema requiere su enfoque de IA

Problema de IA	AA clásico	Aprendizaje profundo	Ejemplos agrícolas
Regresión	Regresión lineal, regresor Random Forest, XGBoost, LightGBM	MLP, LSTM, Transformer temporal	Predicción del rendimiento, estimación de biomasa, de humedad del suelo y de nitrógeno
Clasificación	Regresión logística, Random Forest, XGBoost, SVM	CNN (ResNet, EfficientNet), Vision Transformer (ViT)	Cartografía de tipos de cultivo, identificación de enfermedades, malezas frente a cultivo
Detección de objetos	Poco común en aplicaciones modernas	YOLO, Faster R-CNN, RetinaNet, DETR	Conteo de frutos, detección de malezas y de ganado, conteo de plantas
Segmentación	Poco común en aplicaciones modernas	U-Net, DeepLabV3+, Mask R-CNN, SegFormer	Delimitación de parcelas, cartografía de inundaciones y de áreas quemadas
Series temporales/previsión	ARIMA, Random Forest, XGBoost	LSTM, GRU, Temporal Fusion Transformer (TFT), Transformer de series temporales	Previsión del rendimiento, del crecimiento del cultivo y de la demanda de riego
Detección de anomalías	Isolation Forest, One-Class SVM	Autocodificadores, autocodificadores variacionales	Brotes de enfermedades, detección de estrés, fallos de riego, crecimiento anómalo

Elegir el enfoque de IA adecuado empieza por entender el problema que se quiere resolver.

Pregunta de test 2

Un ministerio quiere estimar la producción nacional de maíz tres meses antes de la cosecha para planificar las importaciones de alimentos. ¿Qué combinación de imágenes y método de IA es la más adecuada?

A

Imágenes de dron de muy alta resolución combinadas con un modelo de detección de objetos (p. ej., YOLO) para contar cada planta.

B

Imágenes satelitales nacionales de alta resolución analizadas con una red neuronal convolucional (CNN) a partir de una sola imagen adquirida cerca de la fecha de previsión.

C

Una sola imagen satelital de alta resolución analizada con un modelo de segmentación para delimitar las parcelas.

D

Series temporales de imágenes satelitales regionales combinadas con datos meteorológicos y un modelo de aprendizaje profundo espaciotemporal para prever el rendimiento.

Respuesta correcta: D. La previsión nacional del rendimiento requiere amplia cobertura, profundidad temporal e integración mediante AA de datos de observación de la Tierra y climáticos.



Campos agrícolas en la India
Image © 2026 Planet Labs PBC

IA para el seguimiento agrícola

El seguimiento agrícola aporta el conocimiento de la situación necesario para decidir con criterio, desde **el manejo de la parcela hasta la política nacional**. **La IA transforma las observaciones continuas de la Tierra en información útil y oportuna a múltiples escalas.**

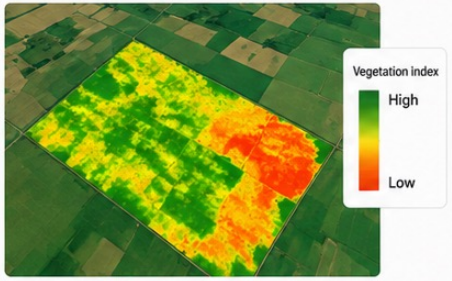
Aprender la dinámica agrícola en el espacio y en el tiempo

Muchos problemas agrícolas dependen también de cómo evolucionan los cultivos en el tiempo.

1. SPATIAL ANALYSIS

Where is it happening?

Analyzes patterns within a single moment in time.



Captures spatial variability and context across a field or landscape.

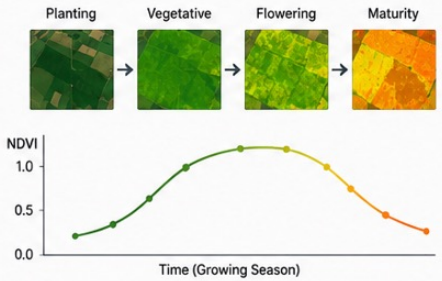
Ejemplos

- Variabilidad dentro de la parcela
- Mapas de humedad del suelo
- Zonas de estrés

2. TEMPORAL ANALYSIS

How is it changing over time?

Analyzes how a variable evolves over time.



Captures crop dynamics and seasonal trajectories.

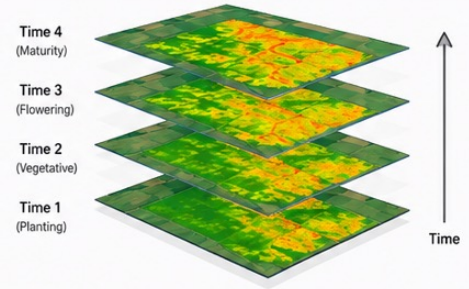
Ejemplos

- Estados fenológicos
- Previsión del rendimiento
- Seguimiento de sequías en el tiempo

3. SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS

Where and how is it changing?

Combines spatial patterns and temporal dynamics.



Captures how patterns change over time across space.

Ejemplos

- Predicción espaciotemporal del rendimiento
- Cartografía de tipos de cultivo
- Detección de cambios y alertas de anomalías

Los modelos de IA agrícola más potentes combinan el contexto espacial con la dinámica temporal para entender cómo evolucionan los cultivos.

IA a todas las escalas: de la explotación a la política

La **escala de la decisión** determina **los datos, los métodos de IA y los resultados necesarios**.



Los mismos datos de observación de la Tierra pueden servir para decisiones muy distintas según la escala espacial.



Campos agrícolas en Brasil
Image © 2026 Planet Labs PBC

Pausa

IA para el apoyo a la decisión en la parcela y la explotación

A escala de parcela y explotación, la IA hace posible **la agricultura de precisión**: **la intervención adecuada, en el lugar adecuado y en el momento adecuado.**

Esto mejora la productividad y reduce el impacto ambiental del exceso de insumos.

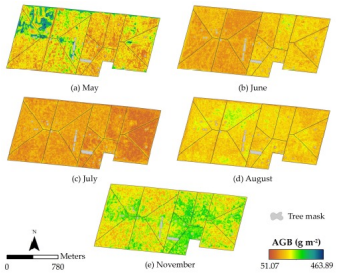


Imagen: Pixabay

Agricultura de precisión:

El insumo adecuado, en el lugar adecuado, en el momento adecuado

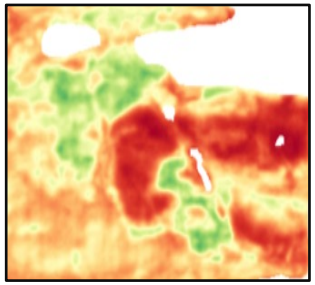
Aplicar insumos (p. ej., agua, fertilizantes, plaguicidas) solo donde y cuando se necesitan, según **la variabilidad dentro de la parcela detectada por la IA y la teledetección.**



Biomasa en el tiempo

PlanetScope, XGBoost

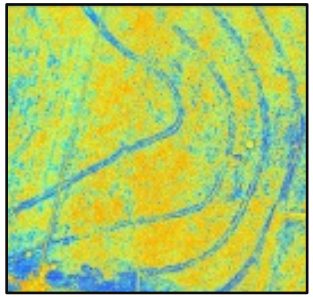
¿El crecimiento va al ritmo previsto o se retrasa en alguna parte de las parcelas?



Predicción del rendimiento

Producto comercial, metodología propia

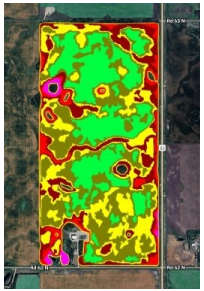
¿Cuánto rendirá esta parcela antes de la cosecha? ¿Cómo varía el rendimiento dentro de la parcela?



Estimación de nitrógeno

Dron + Sentinel-2, Random Forest

¿Dónde necesita esta parcela nitrógeno ahora mismo?



Mapa de dosis variable

Producto comercial, metodología propia

Cantidad exacta de semilla o fertilizante, zona por zona

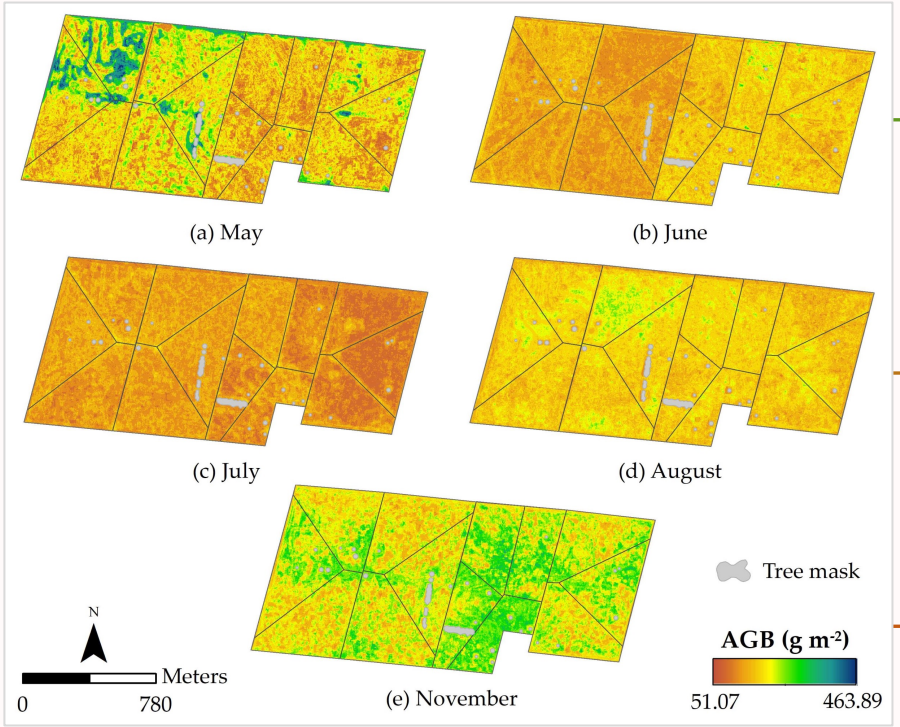
Fuentes: Reis et al. (2020), Pereira et al. (2022).

Fuente: CORVIAN

Aplicaciones de IA a escala de parcela y explotación

Estimación de la biomasa en el tiempo

Series temporales PlanetScope + XGBoost/Random Forest, entrenados con biomasa aérea medida en campo



ESTE MES

Dónde pastorear o segar

Llevar los animales a los potreros más verdes del mes; dejar descansar los naranjas.

PRÓXIMO APORTE

Dónde fertilizar después

Zonas que siguen en naranja dos meses o más, no toda la parcela.

A MÁS LARGO PLAZO

Dónde revisar en campo

Zonas siempre bajas, sea cual sea el mes: revisar sombra, drenaje o compactación antes de culpar a los nutrientes.

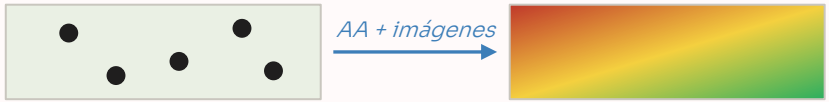
Fuente: Reis et al. (2020)

AGB = biomasa aérea

Aplicaciones de IA a escala de parcela y explotación

Estimación de nitrógeno: de puntos aislados a mapas

Imágenes de dron, PlanetScope y Sentinel-2 + Random Forest, entrenado con nitrógeno medido en campo



Tradicional: unas pocas muestras puntuales

Teledetección: un valor en cada píxel

QUÉ MUESTRA EL MAPA

La parcela no es uniforme

Algunas zonas necesitan nitrógeno ahora; otras no: **una instantánea de este cultivo, en este estado fenológico**.

QUÉ TIPO DE CONOCIMIENTO ES

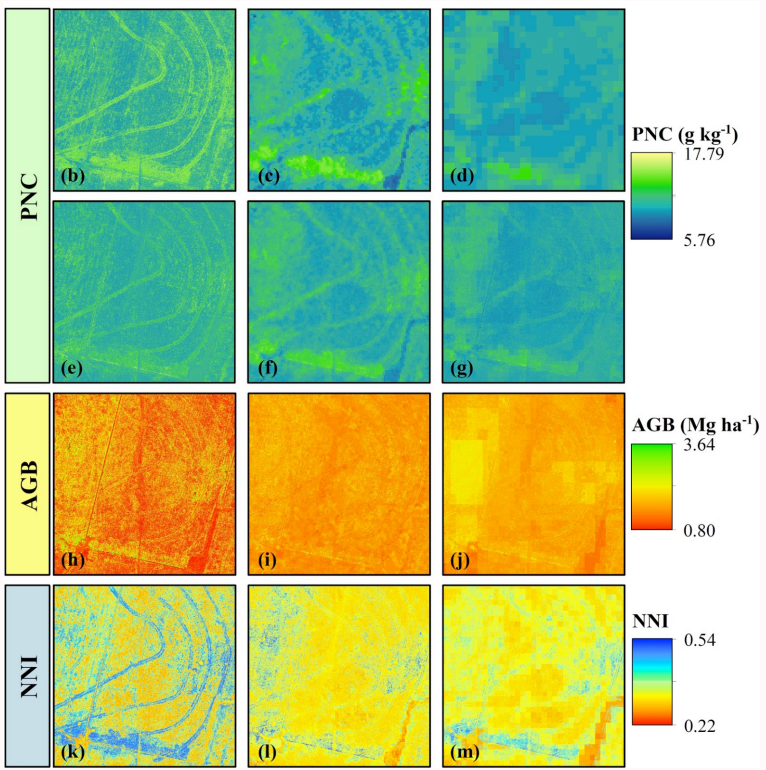
Una instantánea en plena campaña

Ligada al clima y al estado del cultivo de este año: **será distinta el próximo mes o campaña**.

QUÉ FALTA TODAVÍA

Saber dónde no es un plan

Convertir esto en una dosis aplicable es el siguiente paso.



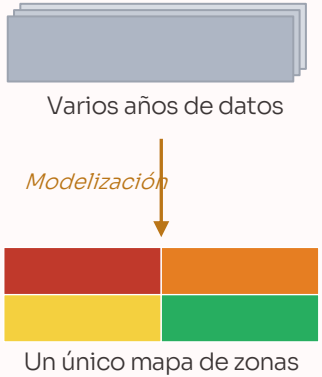
PNC = contenido de N de la planta, AGB = biomasa aérea, NNI = índice de nutrición nitrogenada

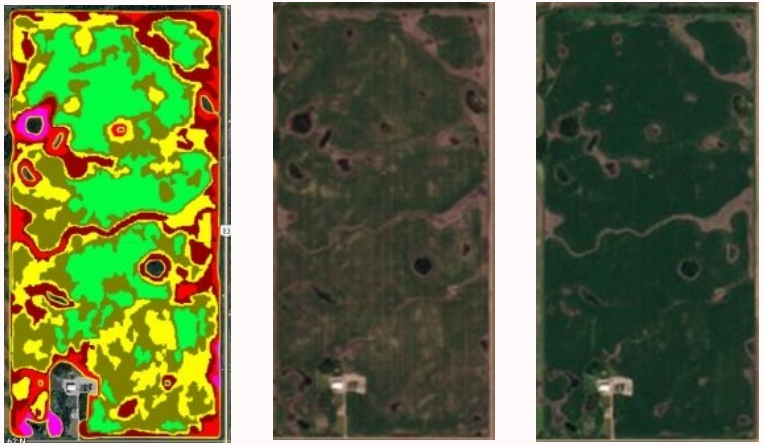
Fuente: Pereira et al. (2022)

Aplicaciones de IA a escala de parcela y explotación

Mapa de dosis variable: convertir zonas en acciones

Varios años de datos, modelizados con el software propio de Corvian





QUÉ CAMBIA AQUÍ

Un patrón estructural, no una instantánea

Construido con varios años de datos

LA DECISIÓN

Dosis exacta por zona, automática

Dosis de semilla o fertilizante cargada directamente en la maquinaria.

POR QUÉ IMPORTAN AMBOS

Insumo adecuado, lugar adecuado

Ajustar los insumos a la **variabilidad real de la parcela** aumenta la rentabilidad y **reduce el exceso de fertilizantes y agua** : un apoyo directo a una agricultura climáticamente inteligente y eficiente en recursos.

Aplicaciones de IA a escala de parcela y explotación

Mapas de predicción del rendimiento

Modelizado con el software propio de Corvian

ANTES DE LA COSECHA

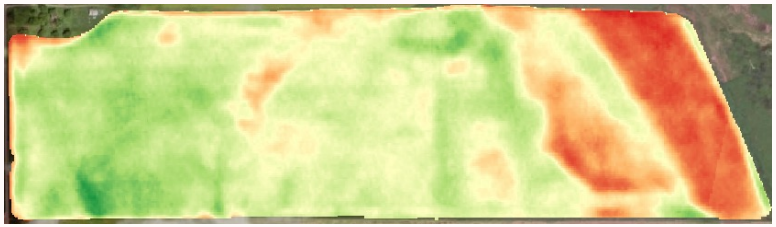
Planificar almacenamiento, ventas, logística y secuencia

COSECHA

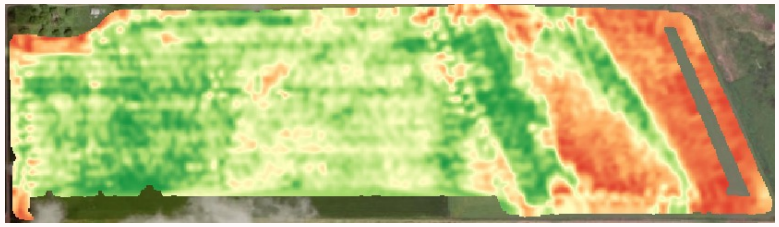
La cosechadora registra lo que ocurrió realmente

DESPUÉS DE LA COSECHA

Validar el modelo, diagnosticar zonas de bajo rendimiento persistente, alimentar los modelos de la próxima campaña



Mapa de predicción del rendimiento



Mapa generado por el monitor de rendimiento de la cosechadora

El rendimiento medio resume el desempeño. Los mapas de rendimiento muestran dónde el manejo puede mejorar la productividad.

IA para decisiones a escala regional y nacional

A escala regional y nacional, la pregunta cambia por completo: **¿qué cultivos se siembran, dónde están cambiando y cómo evolucionan los sistemas agrícolas en el tiempo?**

A medida que prácticas climáticamente inteligentes como los cultivos de cobertura, la siembra directa y los sistemas integrados se generalizan, los paisajes agrícolas se vuelven más diversos y más difíciles de seguir con enfoques convencionales.

La IA ayuda a captar estos patrones espaciales y temporales complejos, lo que permite un seguimiento agrícola preciso a escala regional y nacional.



Campos agrícolas en Francia
Image © 2026 Planet Labs PBC

Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

La agricultura climáticamente inteligente transforma los paisajes agrícolas

Los sistemas agrícolas se diversifican para mejorar la resiliencia, la salud del suelo y la sostenibilidad.

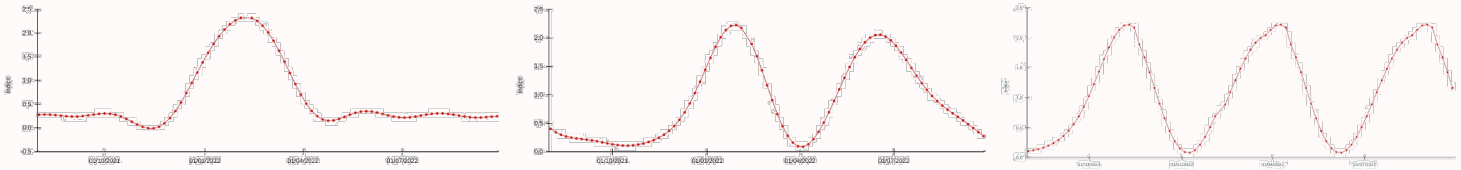


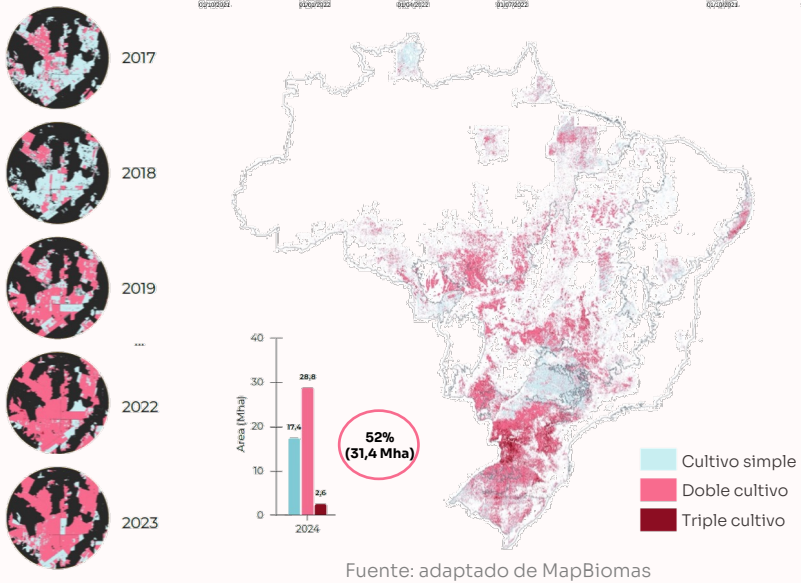
La agricultura climáticamente inteligente crea sistemas de producción más sanos y resilientes.

Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

Sistemas agrícolas más complejos exigen un seguimiento más avanzado

Los paisajes agrícolas pasan de sistemas de cultivo relativamente simples a sistemas de manejo dinámicos con una complejidad temporal creciente.





Fuente: adaptado de MapBiomas

¿Por qué estos sistemas son más difíciles de seguir?

→ Cultivos similares en distintos estados fenológicos

→ Varios ciclos de cultivo en un mismo año

→ Dinámica estacional

→ Cultivos de cobertura de ciclo corto

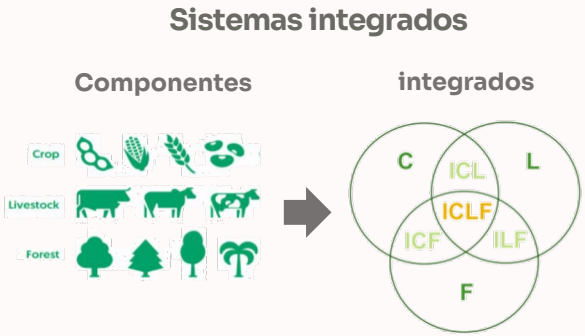
→ Alta variabilidad temporal

→ Firmas espectrales similares

Captar estas dinámicas espaciales y temporales complejas exige enfoques de IA más robustos.

Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

Estudio de caso: *cartografiar sistemas agrícolas complejos con aprendizaje profundo, el caso de los sistemas integrados agricultura-ganadería (ICLS) en Brasil*

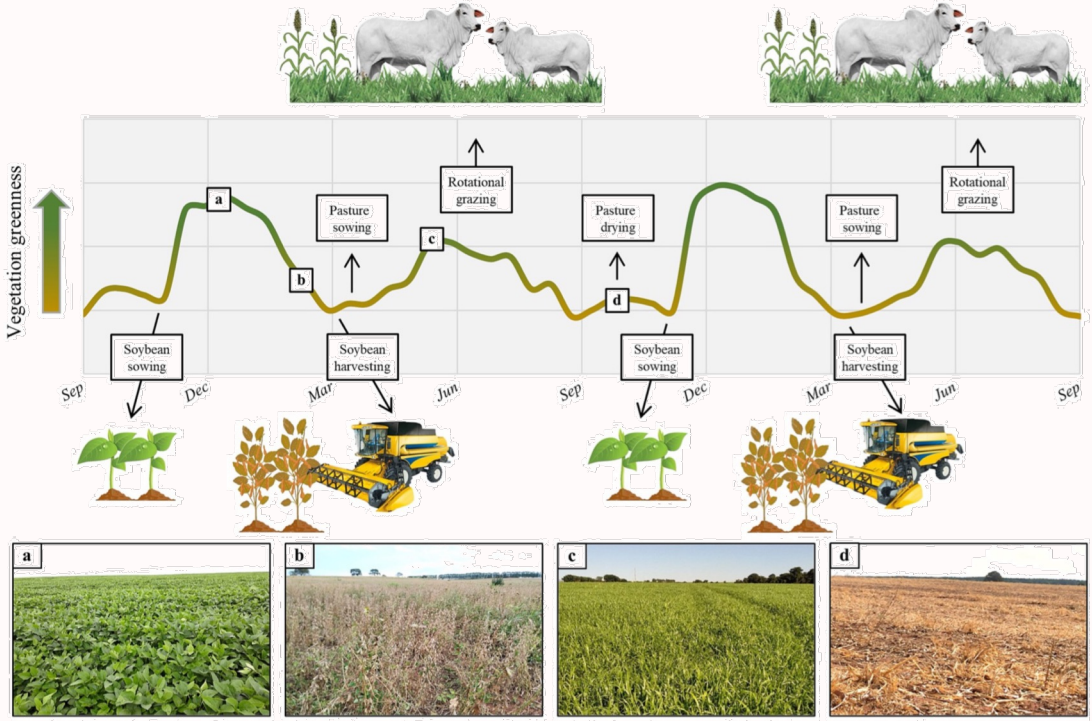


Superficie total de ICLS en Brasil:

17 millones de hectáreas



Fuente: Red ILPF (2023, 2026)

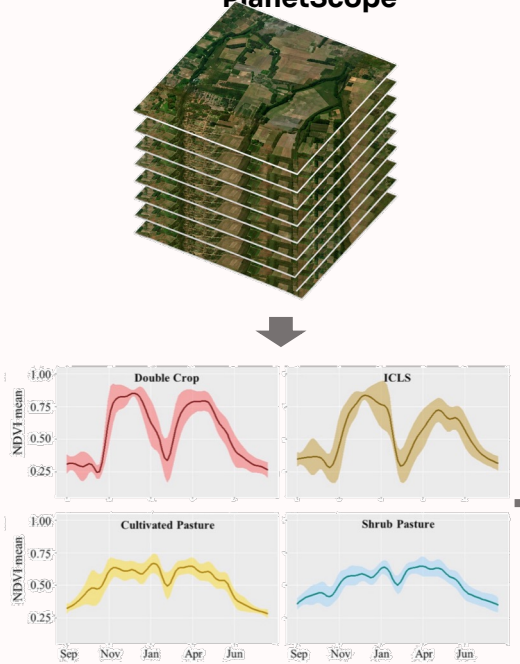


Fuente: Bueno et al. (2023)

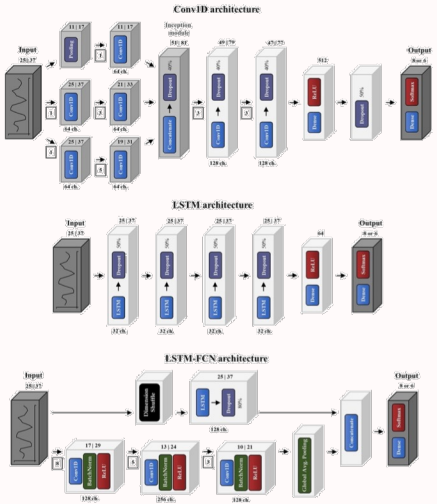
Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

Estudio de caso: *cartografiar sistemas agrícolas complejos con aprendizaje profundo, el caso de los sistemas integrados agricultura-ganadería (ICLS) en Brasil*

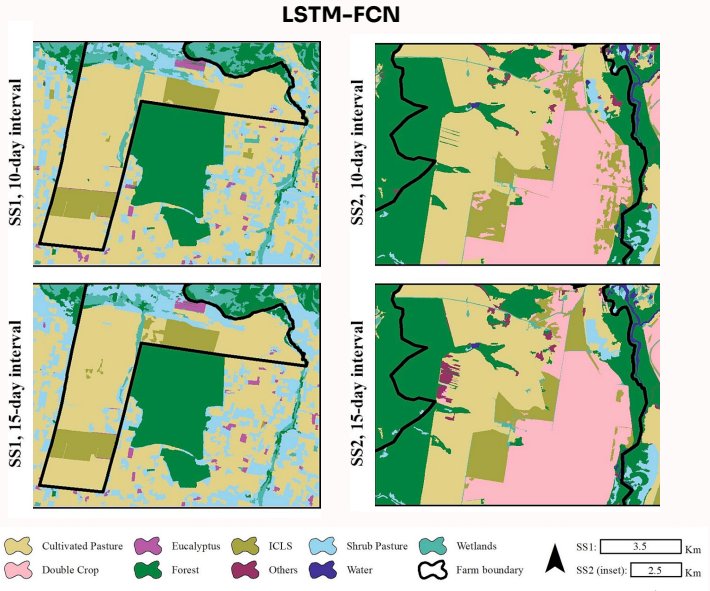
Series temporales PlanetScope



Clasificadores de redes neuronales profundas



Cartografía de ICLS



Precisión por clase de ICLS:
PA (precisión del productor) = 97,0 %;
UA (precisión del usuario) = 97,0 % para SS1 (sitio de estudio 1)
PA = 82,0 %; UA = 96,5 % para SS2 (sitio de estudio 2).

Fuente: adaptado de Bueno et al. (2023)

Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

¿Por qué importa cartografiar los sistemas integrados?

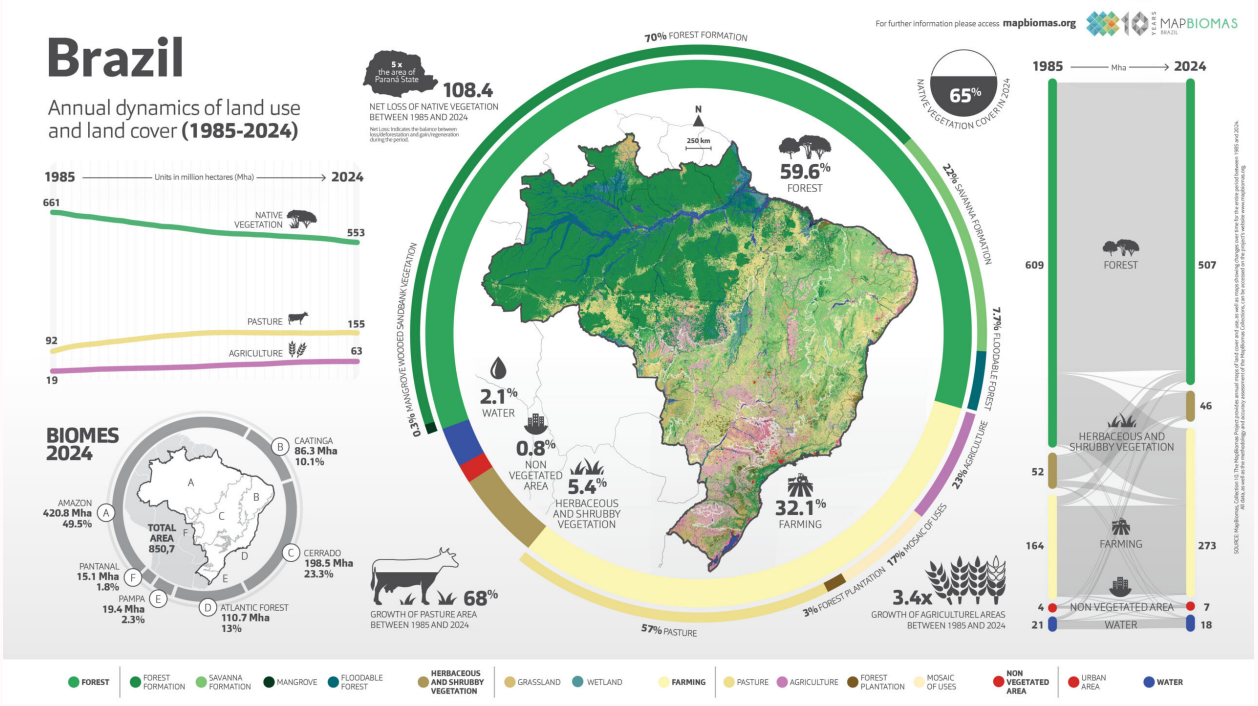
Mejores mapas permiten mejores decisiones para múltiples actores.



Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

Estudio de caso: *MapBiomas*

*MapBiomas es una **iniciativa brasileña multiinstitucional** en la que participan ONG, universidades y empresas tecnológicas, que cartografía la cobertura y el uso del suelo y sus cambios en Brasil.*



40 años
1985–2024, continuos

30 m y 10 m (colección beta)
Resolución Landsat y Sentinel-2

9 mil M+
píxeles clasificados/año

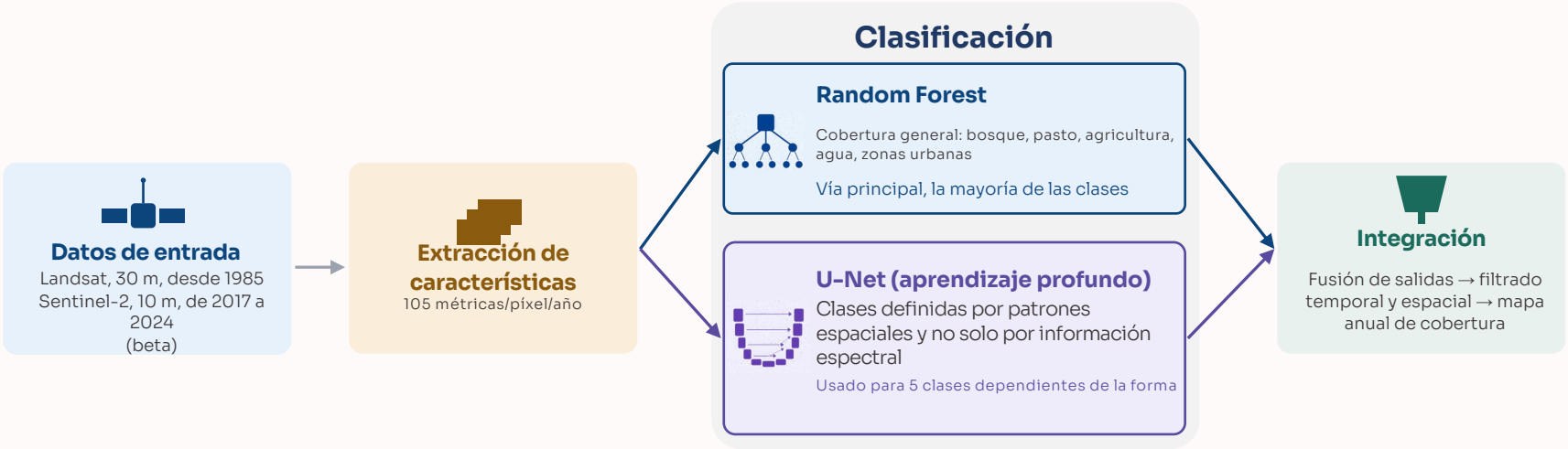
+30
clases de cobertura y uso del suelo

Fuente: MapBiomas Brasil, colección 10

Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

Estudio de caso: *MapBiomas*

MapBiomas adapta el modelo al problema: Random Forest para la cobertura general, U-Net para las clases que dependen de la forma.



El modelo adecuado para cada problema.

Elegir el algoritmo adecuado para cada problema, en lugar de depender de un único modelo, permite a MapBiomas abarcar todo un país manteniendo una alta precisión en clases complejas que dependen de la forma.

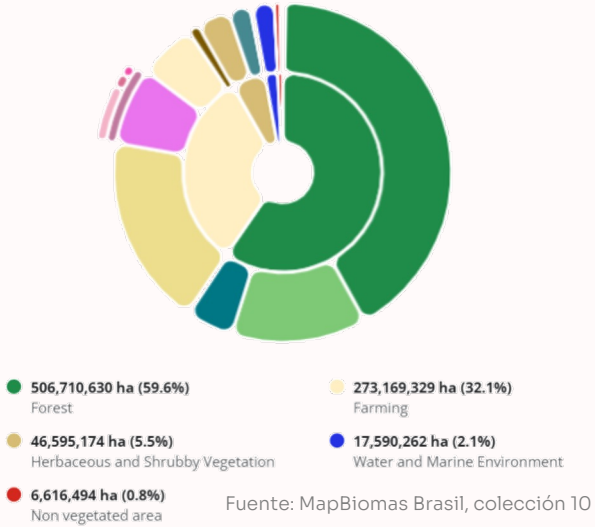
Fuente: MapBiomas Brasil, colección 10

Aplicaciones de IA a escala regional y nacional

Por qué importa: decisiones que hace posibles MapBiomas

- *Los productos de MapBiomas alimentan directamente la gobernanza ambiental de Brasil y funcionan como infraestructura operativa, no solo como producto de investigación.*

Cobertura por clase – 2024



Fuente: MapBiomas Brasil, colección 10

Toma de decisiones

→ Apoyar políticas y programas
→ Evaluar la eficacia de las políticas en el tiempo
→ Apoyar la lucha contra la deforestación
→ Informar la contabilidad de carbono
→ Garantizar el cumplimiento del crédito rural
→ Orientar la gestión de incendios
→ Apoyar la gestión de los recursos hídricos
→ Priorizar la planificación de la conservación
→ Apoyar e impulsar la investigación mundial
→ Hacer cumplir la tenencia de la tierra

Una base de evidencia única, transparente y pública, independiente de cualquier gobierno, permite que el Gobierno, los tribunales, las ONG y los organismos internacionales actúen sobre los mismos hechos.

IA para decisiones a escala mundial

A escala mundial, necesitamos saber **dónde se cultiva, cuánto se produce y dónde pueden surgir riesgos para la producción.**

El seguimiento mundial de cultivos se enfrenta a **lagunas de datos, una cobertura desigual de las encuestas y campañas desfasadas entre hemisferios.**

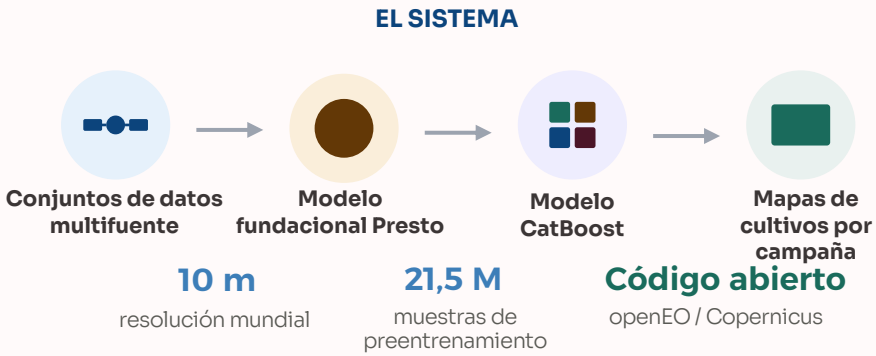
La IA combinada con múltiples fuentes de datos ofrece una visión mundial de la agricultura, en apoyo de las evaluaciones de seguridad alimentaria y de las decisiones de alerta temprana.



Aplicaciones de IA a escala mundial

ESA WorldCereal

WorldCereal es un proyecto de investigación financiado por la Agencia Espacial Europea que busca ofrecer un sistema de procesamiento gratuito en la nube para generar productos personalizados de alta resolución sobre la ubicación y el tipo de cultivos, a escala local y mundial.



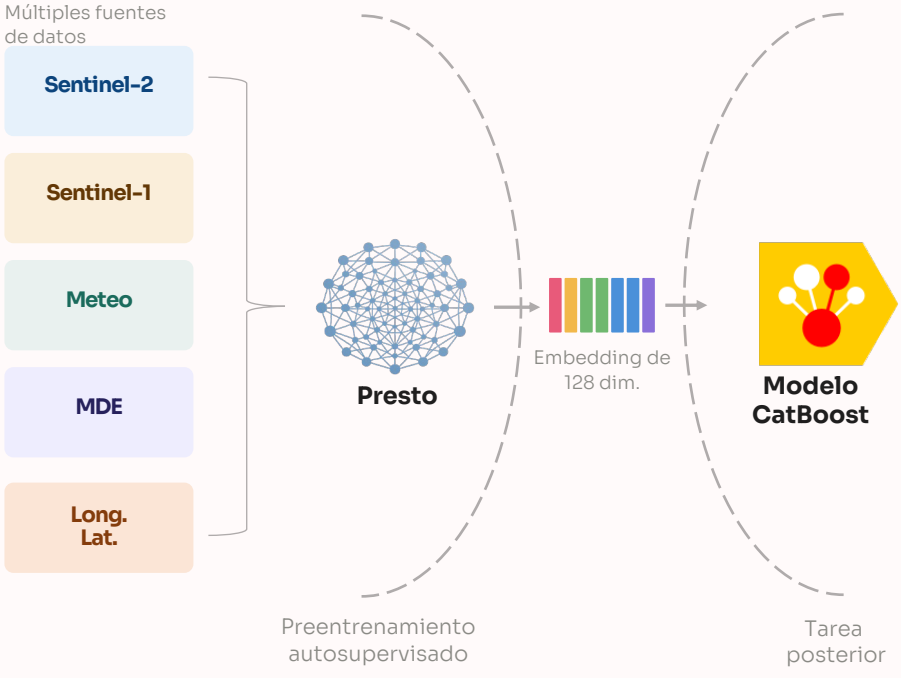


Mapa de cultivos temporales de WorldCereal a 10 m de resolución para 2021.
Fuente: ESA WorldCereal, 2026.

Aplicaciones de IA a escala mundial

Modelos fundacionales geoespaciales: *Presto, Pretrained Remote Sensing Transformer*

El modelo preentrenado en el que se basa la clasificación de cultivos de WorldCereal.



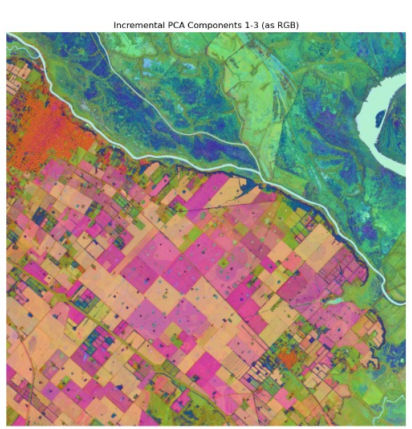
→ Desarrollado por **NASA Harvest (Tseng et al., 2023)**

→ **Aprende de millones de datos sin etiquetar**

→ Representa **series temporales multimodales como un único vector de embedding de 128 dimensiones**

→ Entrena la cartografía de cultivos posterior con gran capacidad de generalización

→ Adaptado para WorldCereal para usar muchas menos etiquetas



Ejemplo visual de embeddings de Presto calculados dinámicamente en una zona cercana a Buenos Aires (Argentina). Los 128 embeddings se visualizan aquí a partir de un ACP reducido a tres componentes RGB. ***Fuente: ESA WorldCereal***

Aplicaciones de IA a escala mundial

GEOGLAM
GLOBAL AGRICULTURAL MONITORING

GEOGLAM Global Crop Monitor

GEOGLAM (Group on Earth Observations Global Agricultural Monitoring) *es una iniciativa del G20 que coordina la observación de la Tierra, la información agroclimática y el conocimiento experto para reforzar el seguimiento agrícola y apoyar la seguridad alimentaria mundial.*

*El **GEOGLAM Global Crop Monitor** es el producto estrella de GEOGLAM: una evaluación mundial mensual del estado de los cultivos que combina productos de observación de la Tierra (incluidos conjuntos de datos derivados de IA), información agroclimática, observaciones de campo y el consenso de expertos de las agencias asociadas internacionales.*

DATOS DE ENTRADA



Extensión de cultivos
Máscaras de tierras de cultivo y mapas de cultivos de múltiples fuentes, incluidos productos derivados de IA como ESA WorldCereal cuando están disponibles.



Observación de la Tierra
Indicadores satelitales del estado de la vegetación, como NDVI, fAPAR y anomalías de la vegetación.



Condiciones agroclimáticas
Precipitación, temperatura, humedad del suelo, evapotranspiración e indicadores de sequía.



Observaciones de campo
Informes nacionales y observaciones sobre el terreno de las agencias asociadas.

EVALUACIÓN DE EXPERTOS



Expertos regionales y nacionales evalúan de forma independiente el estado de los cultivos.



Las discrepancias se revisan con múltiples fuentes de evidencia.



Los expertos debaten las evaluaciones regionales y alcanzan un consenso antes de publicar.

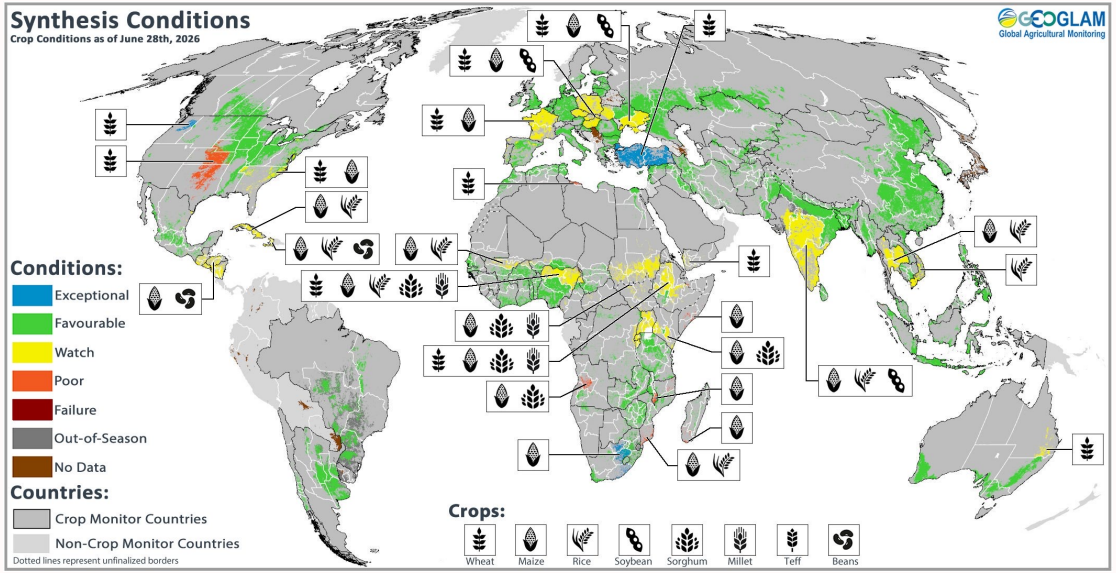


Las evaluaciones consensuadas se publican en el Crop Monitor mensual.

Aplicaciones de IA a escala mundial

GEOGLAM Global Crop Monitor

Síntesis del Crop Monitor for AMIS (Agricultural Market Information System), del Crop Monitor for Early Warning y de aportaciones directas de distintos países.



El estado de los cultivos en las principales zonas productoras se basa en datos ***como la teledetección, las observaciones sobre el terreno, los informes de campo y los expertos nacionales y regionales***.

Decisiones respaldadas

- Alerta temprana de riesgos para la producción de alimentos
- Planificación de la respuesta humanitaria
- Transparencia de los mercados y evaluaciones de seguridad alimentaria
- Preparación nacional y coordinación internacional

Fuente: GEOGLAM Crop Monitor (12 de julio de 2026)

Aplicaciones de IA a escala mundial

La IA permite el seguimiento mundial; la experiencia humana, decisiones fiables.

Lo que permite la IA

- Seguir el estado de los cultivos de forma homogénea entre países y continentes.
- Detectar señales tempranas de sequía, estrés de los cultivos y riesgos para la producción.
- Generar a tiempo y a gran escala productos de observación de la Tierra imposibles de obtener manualmente.
- Aportar información objetiva y reproducible para el seguimiento agrícola mundial.

Por qué mantener a la persona en el circuito

- Interpretar los resultados de la IA con conocimiento local y contexto real.
- Evaluar la incertidumbre antes de actuar en decisiones de gran impacto.
- Resolver contradicciones entre múltiples fuentes de datos.
- Combinar la información de la IA con el criterio experto y las observaciones de campo.
- Garantizar la transparencia y la rendición de cuentas en las decisiones operativas.

La IA amplía la información. La experiencia humana la convierte en decisiones fiables.

Cuanto mayor es la escala de la decisión, más importante es combinar la IA con la experiencia humana, la transparencia y la colaboración institucional.

Pregunta de test 3

Un país adopta un sistema de alerta temprana de sequías basado en IA para orientar la ayuda alimentaria de emergencia. ¿Qué decisión de diseño tiene más probabilidades de mejorar la toma de decisiones?

A

Maximizar la precisión predictiva con un modelo complejo de aprendizaje profundo.

B

Producir previsiones con la resolución espacial más fina posible.

C

Combinar predicciones fiables con estimaciones de incertidumbre y entregar los resultados en un formato que los organismos locales puedan interpretar y aplicar fácilmente.

D

Priorizar un modelo que pueda desplegarse en todo el mundo sin adaptación regional.

Respuesta correcta: C. Combinar predicciones fiables con estimaciones de incertidumbre y entregar los resultados en un formato que los organismos locales puedan interpretar y aplicar fácilmente.

Limitaciones, IA responsable y retos reales

Limitaciones técnicas

- Disponibilidad y calidad limitadas de los datos de entrenamiento
- Sesgo geográfico: los modelos entrenados en una región pueden no generalizar a otras
- Transferibilidad limitada entre cultivos, regiones y sistemas de manejo
- No estacionariedad del clima: el pasado puede no predecir el futuro
- La incertidumbre de las predicciones aumenta con condiciones ambientales cambiantes

Aspectos de IA responsable

- Interpretabilidad y transparencia de los resultados de los modelos
- Accesibilidad y equidad: ¿a quién benefician las herramientas de IA?
- Riesgos de depender en exceso de la IA en decisiones de alto riesgo
- Comunicar con claridad la incertidumbre a quienes deciden
- Evaluar los modelos según las decisiones que deben respaldar

⚠ **Los resultados de la IA deben respaldar la toma de decisiones, no sustituir el criterio experto ni tratarse como verdad de campo.**

Perspectivas y oportunidades de investigación

La IA evoluciona de modelos específicos hacia sistemas integrados, reutilizables y accesibles para la observación de la Tierra.

Evolución tecnológica



Embeddings terrestres

Representaciones generales de la superficie terrestre adaptables a múltiples tareas posteriores.



Modelos fundacionales

Grandes modelos preentrenados que pueden ajustarse para una amplia gama de tareas de observación de la Tierra.



Aprendizaje multimodal

Modelos que aprenden conjuntamente de imágenes satelitales, clima, suelo, manejo y texto.

Democratizar el acceso



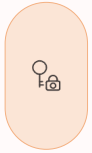
Datos abiertos

Mayor disponibilidad de datos agrícolas y ambientales de calidad para investigación y desarrollo.



Herramientas de código abierto

Las herramientas de código abierto hacen los métodos avanzados de IA más accesibles y reproducibles.

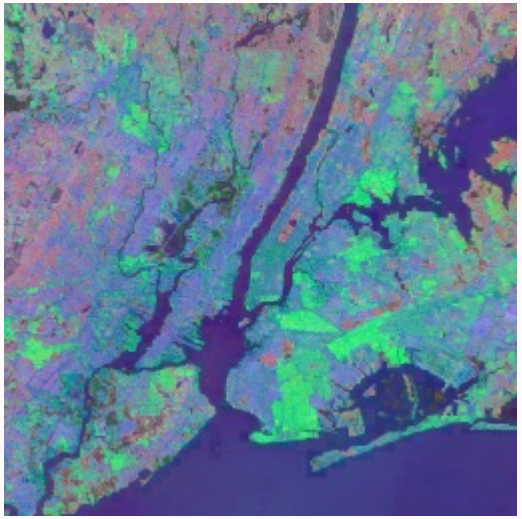


Accesibilidad mundial

Reducir las barreras para investigadores y profesionales, sobre todo en regiones con pocos datos.

> Sistemas de IA integrados que combinan observación de la Tierra, clima, manejo y datos de campo para generar información útil para decisiones climáticamente inteligentes.

Perspectivas y oportunidades de investigación



Ejemplo de embeddings anuales de AlphaEarth

Fuente: Google Earth Engine Data Catalog; Google DeepMind.

Modelos fundacionales y embeddings terrestres

En lugar de entrenar modelos separados para cada tarea agrícola, los modelos fundacionales aprenden representaciones generales de la superficie terrestre adaptables a muchas aplicaciones posteriores.

Aplicaciones potenciales

- Cartografía de cultivos
- Seguimiento de cultivos
- Seguimiento del uso del suelo
- Detección de cambios
- Estimación de biomasa

Limitaciones actuales

- Diseñados para análisis histórico más que para seguimiento en plena campaña
- Los embeddings anuales pueden mezclar varias campañas
- Las dinámicas agrícolas finas pueden perderse en sistemas muy estacionales
- Requieren ajuste específico para aplicaciones agrícolas operativas

Próximos pasos concretos

Seguir explorando la IA para la agricultura y la seguridad alimentaria

Explorar datos

→ Embeddings de AlphaEarth (Google Earth Engine)
→ ESA WorldCereal
→ MapBiomas
→ Fields of the World
→ Conjuntos de datos de referencia (p. ej., CY-Bench)

Explorar conjuntos de datos reales para IA agrícola.

Crear con herramientas abiertas

→ Google Earth Engine
→ Python (leafmap, geemap)
→ Google Colab

Crear y probar flujos de trabajo de IA con herramientas de código abierto.

Practicar y experimentar

→ Explorar tutoriales y notebooks
→ Reproducir flujos de trabajo publicados
→ Ajustar modelos fundacionales

Práctica con notebooks y flujos de trabajo reales.

Unirse a la comunidad

→ Climate Change AI
→ NASA Harvest
→ GEOGLAM
→ IEEE GRSS

Lugares para seguir aprendiendo y conectar con profesionales.

Recursos: AlphaEarth Colab Notebook · AlphaEarth Dataset (GEE) · CY-Bench (Crop Yield Benchmark) · WorldCereal (GitHub) · MapBiomas



Climate Change AI
Escuela de verano virtual 2026

¡Gracias!

Dra. Aliny Reis
Científica sénior de teledetección · Corvian

alinyreis@hotmail.com
aliny.reis@corvian.com

linkedin.com/in/aliny-reis

Mejores decisiones empiezan con mejor información.

La IA transforma las observaciones de la Tierra en información útil y permite mejores decisiones agrícolas, de la parcela a la seguridad alimentaria mundial.