



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura



REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO



Monitoreo y alerta temprana

a través de la innovación digital y el uso de imágenes satelitales

- Serie temporal de datos satelitales METOP-AVHRR desde 1984 a la actualidad a 1 km de resolución espacial.
- Detección de focos de sequía cada diez días para granos básicos y pastos a nivel nacional con un archivo único desde 1984.
- Apoyo a la toma de decisiones mediante indicadores sobre el estado de la vegetación y la sequía agrícola, derivados del análisis y modelado de datos satelitales.

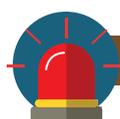
ASIS Panamá. Sistema de vigilancia de la sequía agrícola

El Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ha establecido un sistema de alerta temprana y vigilancia de la sequía en agricultura (ASIS, por sus siglas en inglés).

El objetivo de ASIS es proporcionar a los tomadores de decisiones información oportuna necesaria para mitigar el impacto de la sequía en la seguridad alimentaria y en la producción de cultivos.

El Sistema del Índice de Estrés Agrícola (ASIS) es una innovadora herramienta desarrollada por la FAO, que monitorea las áreas agrícolas y pastos a nivel nacional para detectar los períodos de estrés hídrico/sequía en la vegetación, utilizando tecnología satelital. El sistema evalúa la severidad (intensidad, duración y extensión espacial) de la sequía agrícola durante el desarrollo del cultivo, incluyendo los periodos más sensibles al estrés hídrico como son la floración y el llenado del grano.

Los resultados finales son presentados de forma simple y comprensible, a nivel administrativo (corregimiento, distrito, provincia o comarca) a través de soluciones totalmente automatizadas. Lo anterior permite fortalecer los sistemas nacionales de información y estadísticas agropecuarias del país, y apoyar la toma de decisiones para implementar a tiempo las actividades de mitigación de la sequía en agricultura. Estos resultados también son útiles para guiar las inversiones públicas como aquellas relacionadas con el establecimiento de sistemas de cosecha de agua, el riego y la creación de reservas de agua, entre otras. El establecimiento de estos sistemas se basa en la identificación por parte del sistema ASIS de las unidades administrativas que presentan mayor probabilidad de ocurrencia de sequía agrícola.



Particularidades del sistema

Potenciando la alerta temprana

OBSERVACIÓN TERRESTRE SATELITAL

Monitoreo continuo de sequía en cultivos y pastos en cada kilómetro cuadrado del territorio nacional

El sensor AVHRR*, en los satélites europeos METOP**, registra condiciones climáticas para los cultivos:

- Temperatura de la cobertura vegetal
- Producción de biomasa



CALIBRACIÓN DE LA HERRAMIENTA

a las **condiciones nacionales**, para **mayor precisión de datos**



El sistema se **calibra con datos del país sobre:**

- **Regiones administrativas**
- **Uso de la tierra** (granos básicos, pastos, otros)
- **Calendarios agrícolas** (fechas de siembra y duración del ciclo agrícola)
- **Coefficientes de cultivo (Kc)**

COMPLETA AUTOMATIZACIÓN

de los **procedimientos de análisis y publicación de resultados**

- **Procesamiento digital** de imágenes de satélite de manera automática
- **Detección de posibles anomalías** en la salud vegetal y potencial sequía agrícola
- **Resultados expresados** en mapas y estadísticas **simples y comprensibles** para analistas y tomadores de decisión

VISUALIZACIÓN Y CONSULTA

de insumos y **resultados** del sistema a través de una **aplicación web**

- **Mapas de localización** de las áreas agrícolas y pastos
- **Mapas de fenología** por tipo de cultivo de cada ciclo agrícola
- **Indicadores** sobre el estado de la vegetación, que **detectan estrés hídrico/sequía y su grado de severidad**
- **Análisis predictivo** de probabilidad de sequía agrícola previo a las cosechas
- **Fácil navegación** para la consulta de datos por índice, fecha, cultivo y ciclo agrícola; y la comparación de índices en distintas fechas

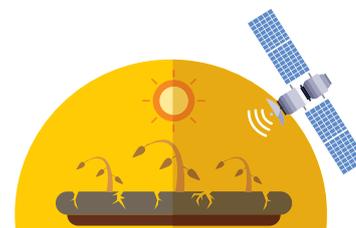
*Advanced Very High Resolution Radiometer

**Meteorological Operational satellite



DATOS ACTUALIZADOS A UN CLICK

Cada **10** días se **actualizan, analizan y publican** los datos



Detectando la sequía agrícola

El sistema de vigilancia de la sequía en agricultura se basa en los principios básicos de absorción, transmisión y reflexión de energía proveniente del sol. Las plantas, en el espectro solar conocido como el visible (400-700 nm), utilizan en mayor grado la longitud de onda correspondiente al rojo (600-700 nm) para realizar el proceso de fotosíntesis. Cuando se presenta un estrés hídrico, las plantas cierran los estomas para protegerse de la deshidratación; sin embargo, esto impide la absorción del dióxido de carbono también necesario para la fotosíntesis, dando como resultado una reducción en la producción de biomasa. El estrés hídrico tendrá un efecto mayor en la reducción de los rendimientos, si se presenta en una fase fenológica sensible a la falta de agua, como es la floración y llenado del grano. La figura 1 representa este proceso.

ASIS utiliza como insumo principal el Índice de Salud Vegetal (VHI por sus siglas en inglés), desarrollado por el Sistema Nacional de Satélites Ambientales, Datos y Servicio de Información de Estados Unidos (NESDIS por sus siglas en inglés); y exitosamente aplicado en distintas condiciones ambientales alrededor del mundo.

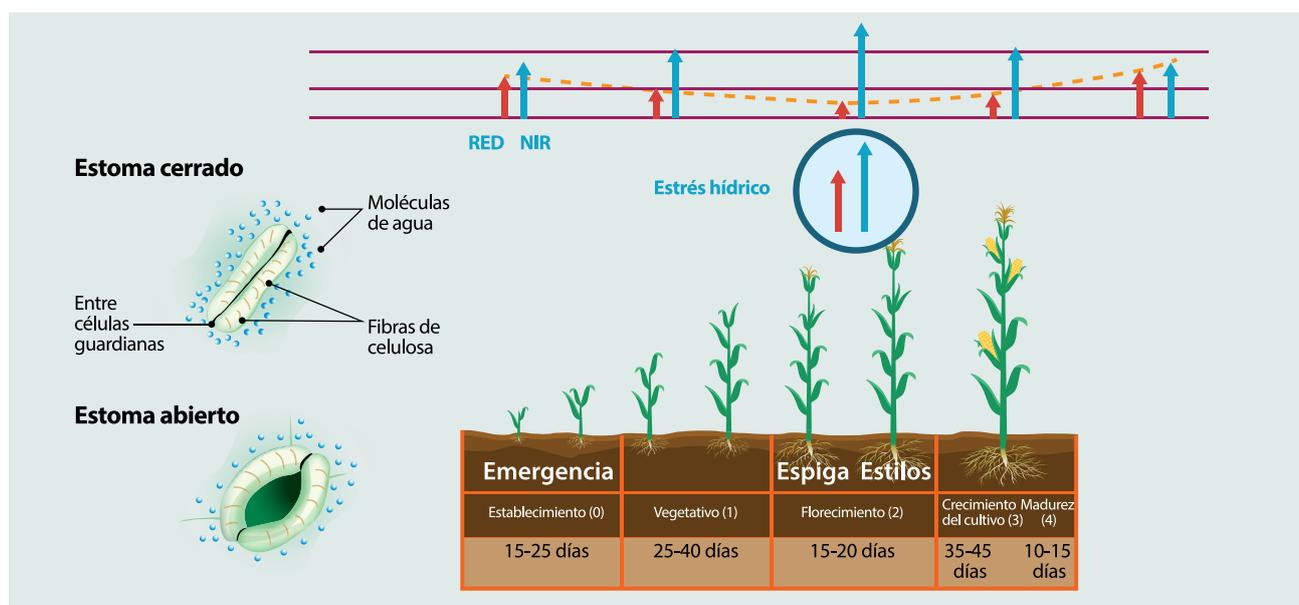
Escala temporal

El primer paso de ASIS es calcular el promedio de VHI conforme avanza el desarrollo del cultivo, lo que nos permite evaluar la intensidad y duración de los periodos secos dentro del ciclo de cultivo a nivel del pixel de 1 km.

Escala espacial

El segundo paso es determinar el porcentaje de área agrícola afectada por sequía (esto es, píxeles con $VHI < 35$ – umbral identificado como crítico en estudios previos) para evaluar la extensión del fenómeno. Finalmente, la unidad administrativa (corregimiento o distrito) es clasificada de acuerdo con el porcentaje de área afectada y la intensidad de la sequía.

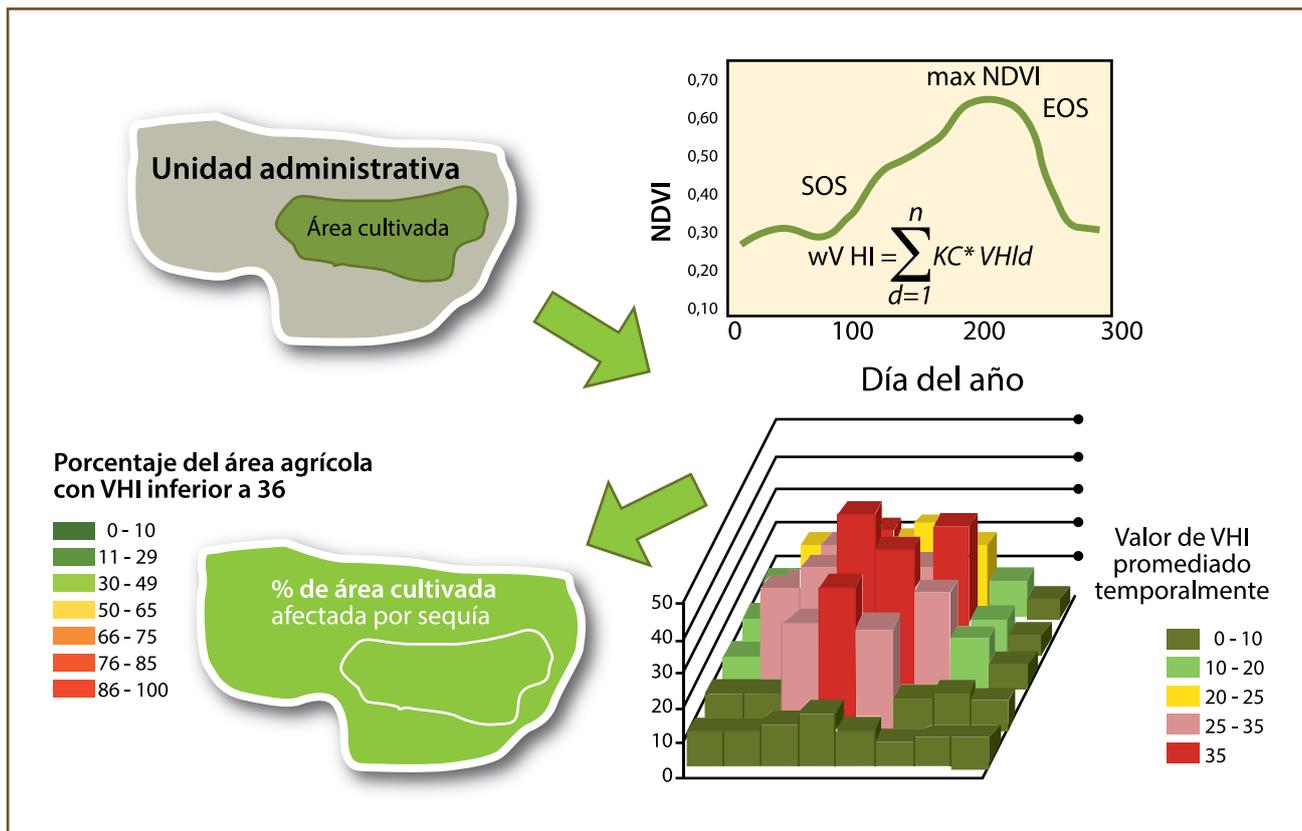
Figura 1. Representación gráfica de la energía capturada por el satélite



Las flechas rojas representan la longitud de onda roja; flechas azules, la longitud de onda infrarroja cercana. Cuando se presenta un estrés hídrico, el satélite captura en mayor proporción la longitud de onda roja (600-700 nm) y en menor proporción la longitud de onda infrarroja (>700 nm). Esto permite detectar la sequía en agricultura.

Fuente: FAO, 2019

Figura 2. Representación gráfica del proceso para calcular el porcentaje de área agrícola afectada por sequía (ASI) a nivel administrativo.



El gráfico superior derecho muestra la integración temporal de los valores del índice de salud vegetal (VHI); mientras que el gráfico inferior derecho, la integración espacial de los VHI clasificados como extremadamente secos (rojo), severamente (rosado), moderadamente (amarillo) y ligeramente (verde claro). Los pixeles de color verde oscuro se clasifican con un crecimiento vegetativo normal.

Fuente: FAO, 2019



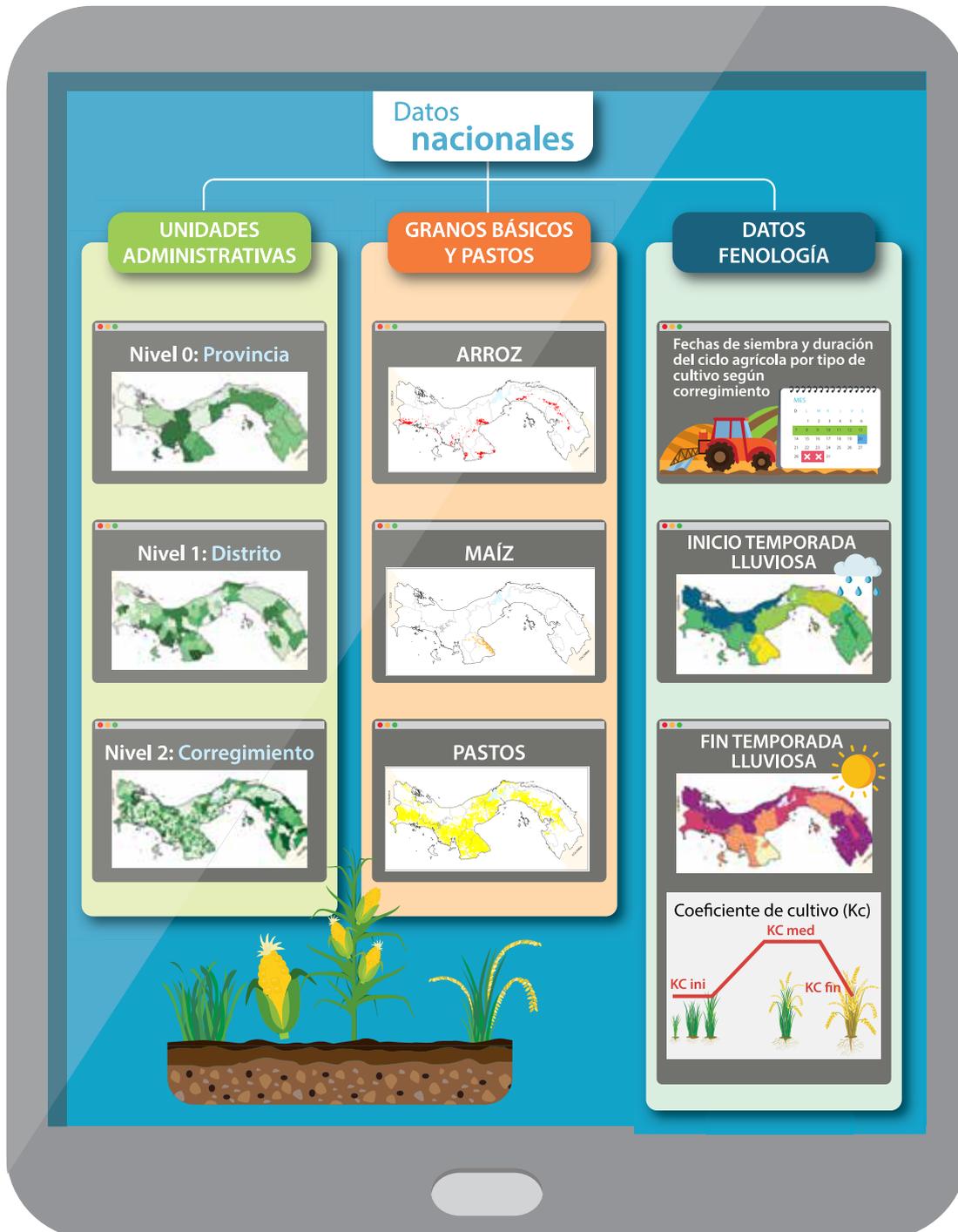
© FAO/Paballo Thekiso



Calibración del sistema

Adaptado a la agricultura nacional para mayor precisión en el monitoreo

Figura 3. Datos nacionales utilizados en el proceso de calibración y adaptación del sistema FAO-ASIS para Panamá.



Las fronteras mostradas y los nombres y las designaciones empleados en este mapa no implican, por parte de la FAO, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan fronteras aproximadas respecto de las cuales puede que no haya todavía pleno acuerdo.

Fuente: Cartografía base oficial 1:25,000 (IGNTG, 2018); Cobertura boscosa y uso de suelo 2021 (MiAMBIENTE, 2022); Áreas de cultivos (MIDA, 2021); Temporada seca y Temporada lluviosa, Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA, 2020).

La información satelital es complementada con el uso de datos nacionales a fin de identificar con mayor precisión las áreas donde podrían presentarse afectaciones en la agricultura debido a la presencia de sequía. En el proceso de calibración y adaptación nacional, se utilizan tres grupos de datos (figura 3):

Unidades administrativas

Refiere a la unidad básica de análisis, entidad territorial objeto de estudio, que puede tratarse de una región administrativa o agroecológica.

En Panamá, se consideran los límites político-administrativos para los 3 niveles presentados en la figura 3: provincia o comarca, distrito y corregimiento, siendo los corregimientos las unidades mínimas de análisis. Estos datos oficiales fueron producidos por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG, 2018).

Cobertura de la tierra

La cobertura terrestre describe las cubiertas biofísicas observadas sobre la superficie de la Tierra, en particular, los suelos empleados en cultivos y pastos o cualquier otra cobertura vegetal que se desee monitorear.

El sistema en Panamá actualmente monitorea la sequía en áreas cultivadas con granos básicos (arroz y maíz), dada su importancia como los principales cultivos alimenticios, vitales para la seguridad alimentaria y nutricional de la población panameña. Además, realiza el seguimiento del estado de los pastos para apoyar la toma de decisiones en la ganadería.

Las áreas de cultivos son levantadas por el MIDA apoyándose en el trabajo en campo; la cobertura de pastos proviene del mapa nacional de Cobertura y Uso del Suelo 2021, elaborado por el Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE, 2022).

Datos de fenología

El sistema es ajustado con la información fenológica sobre el número de ciclos agrícolas por tipo de cultivo, las fechas de siembra y duración del desarrollo de los cultivos por corregimiento, y los coeficientes de cultivo, estos últimos relacionados con las necesidades de agua en las distintas fases del desarrollo vegetativo.

Se incluyen en el análisis la primera y segunda coa (ciclo agrícola) para los cultivos de arroz y maíz, considerando las fechas de siembra promedio y madurez fisiológica en cada corregimiento, según datos recopilados con el apoyo de especialistas de todas las direcciones regionales del MIDA.

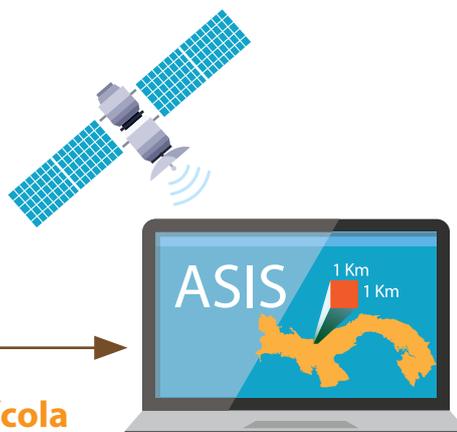
Los pastos son monitoreados en dos períodos: temporadas seca y lluviosa. La información de inicio y finalización de cada temporada por corregimiento fue estimada con base en los datos de lluvia promedio de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA, 1981-2010).



Productos del sistema

Encuentre información más detallada en el sitio web del sistema de información:

<http://asis.mida.gob.pa/>

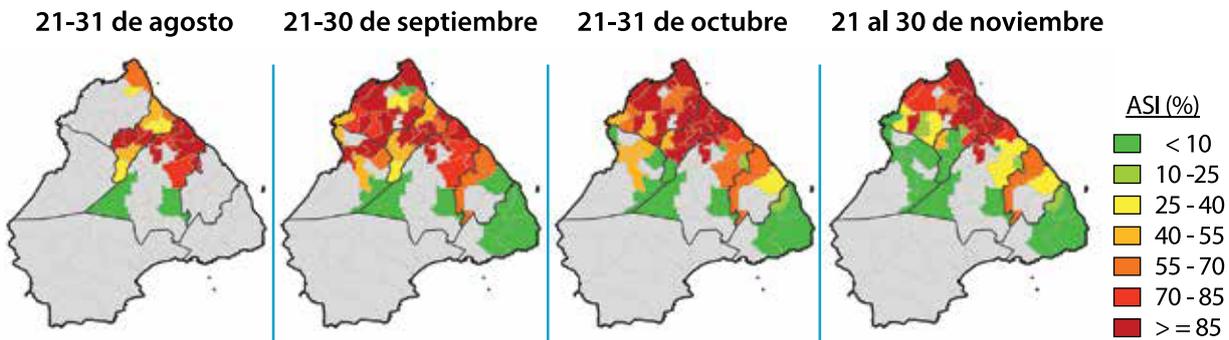


Vigilancia y alerta temprana de la sequía agrícola

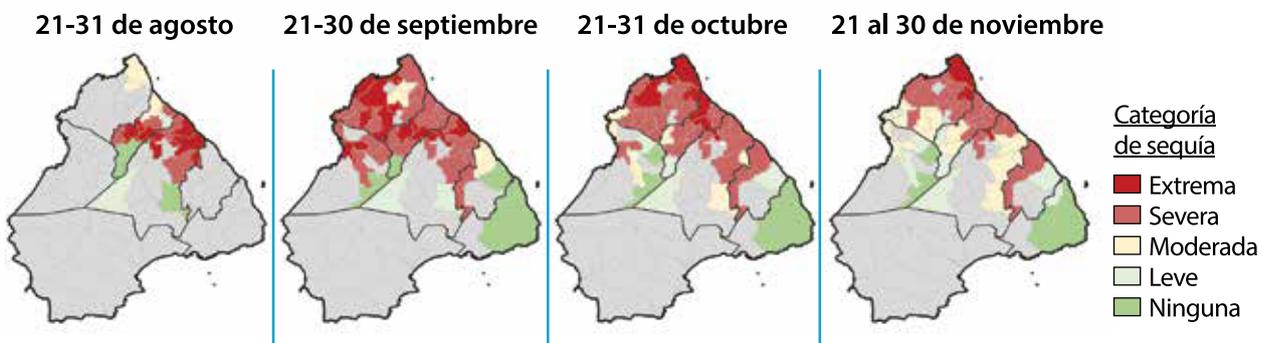
A nivel de país, ASIS permite vigilar el desarrollo de los eventos de sequía en agricultura por cultivo específico década a década (cada diez días), analizando los datos satelitales y generando mapas de alerta de forma automática durante el ciclo del cultivo.

Figura 4. Ejemplos de productos del sistema de vigilancia de la sequía agrícola para la provincia de Los Santos

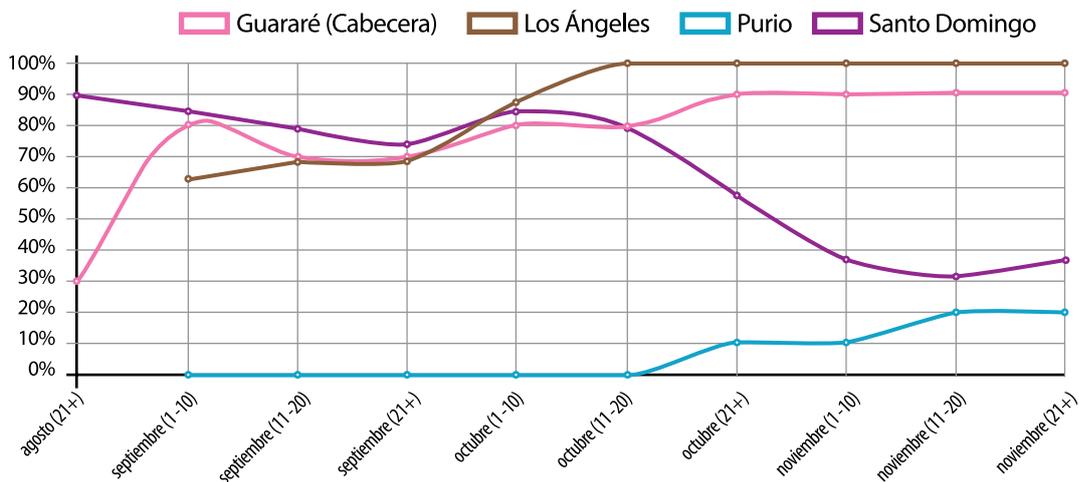
Índice de estrés agrícola (ASI) – Segunda coa de maíz, provincia de Los Santos, 2015



Categorías de sequía por corregimiento – Segunda coa de maíz, provincia de Los Santos, 2015



Porcentaje de área de maíz afectada por sequía (ASI) por corregimiento - Segunda coa, 2015



Los mapas superiores representan el porcentaje de área de maíz afectada por sequía (ASI) a nivel de corregimiento en la provincia de Los Santos para la segunda coa de 2015, sequía provocada por El Niño 2015-2016. El gráfico muestra este porcentaje de afectación para un grupo de corregimientos de la provincia de Los Santos. Los mapas de categoría de sequía clasifican la intensidad de la sequía en cuatro categorías: extrema, severa, moderada o leve. La gravedad de la sequía es mayor cuanto más deficiente sea la salud vegetal, y más crítica sea la fase fenológica en la que se encuentre el cultivo.

Fuente: Sistema de vigilancia de la sequía agrícola – ASIS Panamá, Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), 2021.

Las fronteras mostradas y los nombres y las designaciones empleados en este mapa no implican, por parte de la FAO, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan fronteras aproximadas respecto de las cuales puede que no haya todavía pleno acuerdo.

Previsión probabilística de la sequía agrícola

Basado en un enfoque de aprendizaje automático, el sistema calcula la previsión de sequía en áreas agrícolas y expresa los resultados en probabilidades sobre el desarrollo de eventos de sequía agrícola a nivel de píxel (1 km). La herramienta es calibrada para mejorar la precisión de los resultados, y obtiene en forma operativa un nivel aceptable de este riesgo a mitad del ciclo de cultivo. El pronóstico de sequía brinda más tiempo a los tomadores de decisiones para implementar acciones tempranas para mitigar la sequía en la agricultura.

