



Análisis Satelital de Precisión

Sistema Inteligente de Monitoreo Agrícola

| | |
|-----------|---------------------------------|
| Parcela | Parcela #2 |
| Cultivo | Maíz |
| Extensión | 61.42 hectáreas |
| Período | Diciembre 2024 - Diciembre 2025 |

Informe Técnico de Análisis Satelital
06 de January de 2026

■ Metodología de Análisis

El presente informe se basa en un sistema de análisis satelital determinístico que procesa imágenes satelitales de alta resolución y aplica algoritmos científicamente validados para evaluar la salud y condición de los cultivos.

■ 1. Fuentes de Datos Satelitales

- **Satélite:** Sentinel-2 (ESA - Agencia Espacial Europea)
- **Resolución espacial:** 10-20 metros por píxel
- **Frecuencia de captura:** Cada 5-10 días (sujeto a condiciones atmosféricas)
- **Bandas espectrales utilizadas:** Rojo (B4), Infrarrojo cercano (B8), Infrarrojo de onda corta (B11, B12)
- **Validación de calidad:** Se filtran imágenes con nubosidad superior al 20%

■ 2. Índices Espectrales Calculados

| Índice | Fórmula | Interpretación | Umbral |
|--------|-------------------------------------|---|-----------|
| NDVI | $\frac{NIR - Red}{NIR + Red}$ | Mide la cantidad y salud de la vegetación. | 0.2 - 0.8 |
| NDMI | $\frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$ | Evalúa el contenido de humedad en la vegetación. | 0.2 - 0.8 |
| SAVI | $\frac{NIR - Red}{NIR + Red + 0.5}$ | Ajusta el NDVI para áreas con poca cobertura vegetal. | 0.2 - 0.8 |

■ 3. Procesamiento y Análisis de Datos

- a) Análisis Estadístico:** Para cada índice se calculan estadísticas descriptivas mensuales (promedio, mínimo, máximo, desviación estándar) que permiten identificar la variabilidad espacial dentro de la parcela.
- b) Análisis Temporal:** Se aplica regresión lineal para detectar tendencias a lo largo del período analizado, identificando si hay mejora, deterioro o estabilidad en los índices.
- c) Análisis de Variabilidad:** Se evalúa el coeficiente de variación (CV) para determinar la homogeneidad espacial del cultivo. $CV < 15\%$ indica alta homogeneidad.
- d) Detección de Anomalías:** Se identifican valores atípicos que pueden indicar problemas localizados (plagas, deficiencias nutricionales, problemas de riego).
- e) Análisis Cruzado:** Se correlacionan los diferentes índices para obtener una visión integral. Por ejemplo, NDVI bajo + NDMI bajo puede indicar estrés hídrico.

■ 4. Generación de Recomendaciones Agronómicas

Las recomendaciones se generan mediante un motor de reglas basado en:

- **Umbral científico:** Valores de referencia validados en literatura agronómica
- **Tipo de cultivo:** Adaptación de umbrales según la especie cultivada
- **Contexto temporal:** Consideración de la época del año y ciclo fenológico
- **Tendencias detectadas:** Priorización de problemas emergentes o recurrentes
- **Análisis multivariado:** Combinación de múltiples índices para diagnósticos precisos

■ 5. Datos del Período Analizado

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Total de imágenes procesadas | 13 |
| Imágenes con NDVI válido | 10 (76.9%) |
| Imágenes con NDMI válido | 10 (76.9%) |
| Imágenes con SAVI válido | 10 (76.9%) |
| Nubosidad promedio | 0.0% |
| Tipo de cultivo | Maíz |
| Extensión analizada | 61.42 hectáreas |

Nota: Esta metodología se basa en estándares internacionales de teledetección aplicada a la agricultura de precisión. Los algoritmos utilizados han sido validados por instituciones científicas y agencias espaciales como la ESA (European Space Agency) y NASA.

■ Resumen Ejecutivo

■ DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL CULTIVO

El cultivo presenta **estado moderado** que requiere atención en ciertas áreas.

Puntuación General: 5.9/10

■ MÉTRICAS PRINCIPALES

- **NDVI (Vigor Vegetal):** 0.631 - Bueno (6.3/10)
- **NDMI (Contenido Hídrico):** 0.048 - Estrés Hídrico (5.6/10)
- **Variabilidad Espacial (NDVI):** CV = 0.0% (Baja - Lote homogéneo)
- **Tendencia Temporal:** Ascendente (-9.8%)

■■ CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL PERÍODO

- Temperatura promedio: **26.3°C**
- Precipitación acumulada: **2404.3 mm**

■ DIAGNÓSTICOS IDENTIFICADOS (Análisis Cruzado)

■ Vegetación Densa con Déficit Hídrico (Confianza: MEDIA)

La biomasa es alta pero el contenido de humedad es bajo, sugiriendo que el cultivo puede estar compensando con raíces profundas o entrando en estrés.

→ *Monitorear evolución y considerar riego preventivo.*

■ Alta Homogeneidad del Lote (Confianza: ALTA)

El lote presenta baja variabilidad espacial (CV < 15%), indicando condiciones uniformes y buen manejo.

→ *El manejo uniforme actual es adecuado.*

■ **ALERTAS CRÍTICAS:** 1 situación(es) requiere(n) atención prioritaria (ver sección de Recomendaciones).

■ PERÍODO ANALIZADO

- Total de observaciones: 13 meses
- Imágenes satelitales procesadas: 10
- Tipo de cultivo: Maíz
- Extensión: 61.42 hectáreas

Nota Metodológica: Este diagnóstico se basa en análisis cruzado de múltiples índices espectrales, análisis estadístico de variabilidad espacial y temporal, y aplicación de umbrales agronómicos validados científicamente. El nivel de confianza indica la certeza del diagnóstico basado en la calidad y consistencia de los datos disponibles.

■ Información de la Parcela

Nombre: Parcela #2

Propietario: Juan sebastian florezz

Tipo de Cultivo: Maíz

Área: 61.42 hectáreas

Ubicación (Centro): 5.221797, -72.235579

Fecha de Inicio de Monitoreo: 29/12/2025

■ Análisis NDVI - Salud Vegetal

Estado General: ■ Bueno

NDVI Promedio: 0.631

Puntuación: 6.3/10

Cobertura Estimada: 85%

Análisis Técnico:

Análisis NDVI - Maíz

El índice NDVI promedio de **0.631** indica un estado **bueno** de la vegetación, clasificado como "*vegetación vigorosa*".

Parámetros Biofísicos:

- Cobertura vegetal estimada: **85%**
- LAI (Leaf Area Index) aproximado: **0.5 m²/m²**
- Variabilidad espacial: **Baja (variación normal)** ($\sigma=0.091$)
- Rango observado: 0.443 - 0.739

Tendencia Temporal:

Valores estables con cambio de **-9.8%** en el período analizado. Indica estabilidad temporal, común en cultivos perennes fuera de etapas críticas.

Interpretación Agronómica:

Condiciones aceptables pero con margen de mejora. Evaluar nutrición, manejo hídrico y densidad de siembra para optimizar productividad.

Explicación Sencilla:

¿Cómo está mi cultivo?

■ Su cultivo está en estado **bueno**. Como una planta de casa saludable, con buen color y crecimiento.

En palabras sencillas:

Su cultivo está en buen estado. Las plantas están creciendo bien y tienen buen color verde. Hay espacio para mejorar, pero en general todo va por buen camino.

Tendencia:

➡■ Su cultivo se mantiene estable. No hay grandes cambios, las plantas siguen igual que antes.

■■ Alertas:

■ **1 Anomalía(s) Detectada(s):** Se detectaron valores fuera del patrón normal.

■ Análisis NDMI - Contenido de Humedad

Estado Hídrico: ■■ Estrés Hídrico

NDMI Promedio: 0.048

Puntuación: 5.6/10

Riesgo Hídrico: Medio-Alto

Análisis Técnico:

Análisis NDMI - Contenido de Humedad

El NDMI promedio de **0.048** indica un estado **estrés hídrico** del contenido de agua en la vegetación.

Parámetros Hídricos:

- Estado hídrico: **Estrés hídrico moderado**
- Rango observado: -0.133 - 0.174
- Variabilidad: $\sigma=0.104$

Tendencia Temporal:

Humedad estable (-55.7%). Estabilidad en contenido hídrico, acorde con manejo actual.

Recomendación Hídrica:

Aumentar lámina de riego en 20-30%. Considerar riego más frecuente o sistema tecnificado.

Explicación Sencilla:

¿Tienen agua suficiente mis plantas?

■■ El contenido de agua en sus plantas es **estrés hídrico**. Sus plantas tienen poca agua, como si usted tuviera mucha sed. Necesitan más riego pronto.

Tendencia:

➡■ El nivel de agua se mantiene estable. Todo normal.

■ Alertas:

■ **Estrés Hídrico Detectado:** NDMI promedio (0.05) indica déficit hídrico.

■ Análisis SAVI - Cobertura Vegetal

Cobertura: ■ Cobertura Moderada

SAVI Promedio: 0.421

Exposición de Suelo: 30%

Análisis Técnico:

Análisis SAVI - Vegetación Ajustada al Suelo

El SAVI promedio de **0.421** (ajustado por influencia de suelo) indica **cobertura moderada**.

Parámetros de Cobertura:

- Exposición de suelo estimada: **30%**
- Cobertura vegetal efectiva: **70%**
- Variabilidad espacial: $\sigma=0.062$

Interpretación Agronómica:

SAVI es especialmente útil en cultivos jóvenes o con baja densidad, donde el suelo influye significativamente en la reflectancia. Desarrollo vegetativo moderado. Normal en fases tempranas o cultivos espaciados.

Tendencia:

Cobertura estable (-0.1%).

■ Análisis de Tendencias Temporales

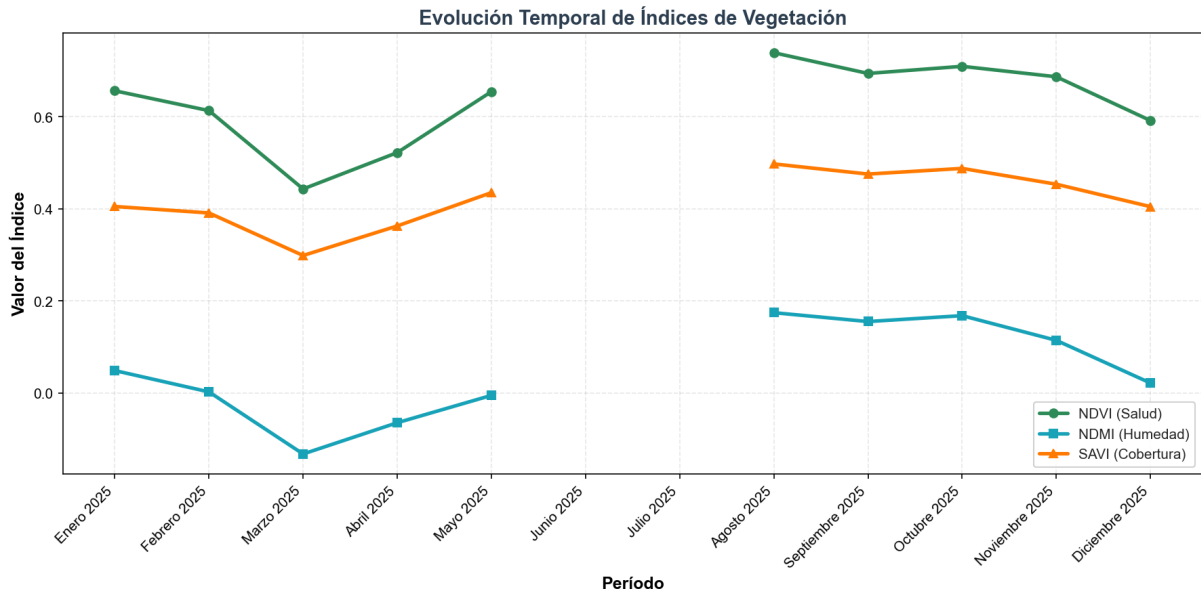


Figura 1: Evolución temporal de índices de vegetación durante el período analizado.

Resumen de Tendencias:

- Tendencia ascendente moderada (-9.8%).
- 2 anomalía(s) detectada(s) que requieren atención.

Tendencia Lineal: Ascendente - Fuerza Moderada

Cambio Total: -9.8%

Confiabilidad: Baja ($R^2 = 0.140$)

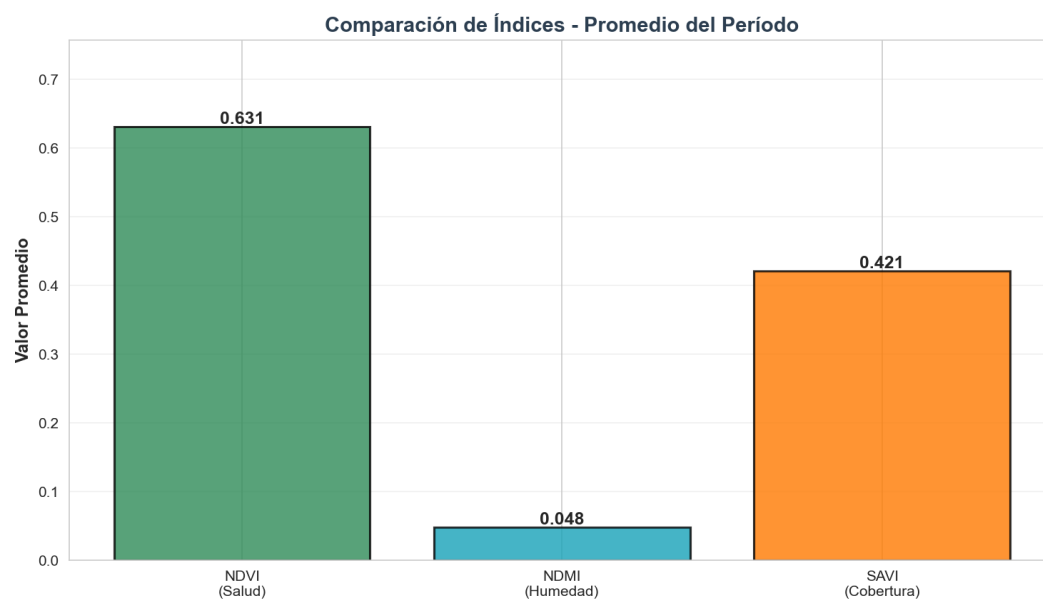


Figura 2: Comparación de promedios de índices durante el período.

■ Recomendaciones Agronómicas

A continuación se presentan las recomendaciones priorizadas para el manejo del cultivo, ordenadas por nivel de prioridad (Alta, Media, Baja).

■ Prioridad Alta

1. Aumentar Frecuencia/Volumen de Riego

Para técnicos: NDMI de 0.05 sugiere contenido hídrico subóptimo. Ajustar régimen de riego para prevenir estrés.

En palabras simples: Sus plantas necesitan más agua. Es momento de regar más seguido.

Acciones sugeridas:

- Aumentar frecuencia de riego (20-30% más)
- Regar en horas frescas (madrugada/tarde)
- Verificar uniformidad del riego
- Considerar sistema de riego tecnificado
- Instalar sensores de humedad de suelo (opcional)

Impacto esperado: Alto - Mejora en 1-2 semanas

Tiempo de implementación: 1-3 días

■ Prioridad Media

2. 2 Anomalía(s) Detectada(s) - Investigar Causas

Para técnicos: Se detectaron valores fuera del patrón normal. Investigar factores causales en esos períodos.

En palabras simples: Hubo momentos donde los valores fueron muy diferentes a lo normal.

Acciones sugeridas:

- Revisar registros de manejo en esos períodos
- Correlacionar con eventos climáticos
- Identificar patrones repetibles
- Ajustar prácticas si se identifican problemas

Impacto esperado: Mejor comprensión del sistema

Tiempo de implementación: 1-2 días

3. Temporada Seca - Reforzar Plan Hídrico

Para técnicos: Época seca requiere atención especial al manejo hídrico y prevención de estrés.

En palabras simples: Es temporada seca. Asegúrese de que sus plantas tengan suficiente agua.

Acciones sugeridas:

- Aumentar frecuencia de riego
- Monitorear humedad del suelo
- Aplicar mulch para retener humedad
- Revisar pronósticos climáticos
- Preparar plan de contingencia

Impacto esperado: Prevención de estrés hídrico

Tiempo de implementación: Continuo durante época

■ Prioridad Baja

4. Mantener Prácticas Actuales

Para técnicos: NDVI de 0.63 indica condiciones adecuadas. Mantener régimen actual de manejo.

En palabras simples: ¡Buen trabajo! Sus plantas están saludables, siga así.

Acciones sugeridas:

- Continuar con plan de fertilización actual
- Mantener frecuencia de riego

- Monitoreo mensual de rutina
- Aplicar fertilización de mantenimiento según cronograma

Impacto esperado: Mantenimiento del estado actual

Tiempo de implementación: Continuo

■ Datos Mensuales Detallados

| Período | NDVI | NDMI | SAVI | Temp (°C) | Precip (mm) |
|-----------------|-------|--------|-------|-----------|-------------|
| Diciembre 2024 | N/D | N/D | N/D | 27.6 | 2.5 |
| Enero 2025 | 0.656 | 0.048 | 0.405 | 27.4 | 42.7 |
| Febrero 2025 | 0.613 | 0.002 | 0.391 | 28.3 | 74.4 |
| Marzo 2025 | 0.443 | -0.133 | 0.298 | 27.4 | 135.3 |
| Abril 2025 | 0.522 | -0.065 | 0.363 | 25.9 | 249.3 |
| Mayo 2025 | 0.654 | -0.005 | 0.435 | 25.2 | 349.3 |
| Junio 2025 | N/D | N/D | N/D | 24.5 | 371.7 |
| Julio 2025 | N/D | N/D | N/D | 24.3 | 359.4 |
| Agosto 2025 | 0.739 | 0.174 | 0.497 | 24.9 | 264.5 |
| Septiembre 2025 | 0.694 | 0.155 | 0.475 | 25.8 | 276.3 |
| Octubre 2025 | 0.709 | 0.168 | 0.488 | 26.2 | 201.0 |
| Noviembre 2025 | 0.687 | 0.114 | 0.453 | 26.9 | 65.1 |
| Diciembre 2025 | 0.592 | 0.021 | 0.405 | 27.3 | 12.8 |

Créditos e Información

■■ Tecnologías Satelitales

- Imágenes: Sentinel-2 (ESA Copernicus Programme)
- Resolución espacial: 10-20 metros/píxel
- Índices espectrales: NDVI, NDMI, SAVI

■ Análisis Inteligente

- Motor de IA: Google Gemini 2.0 Flash
- Procesamiento: Análisis espacial y temporal de patrones de cultivo
- Recomendaciones: Basadas en algoritmos científicos validados

■ Imágenes Decorativas

- Fotografía satelital: Unsplash (licencia libre)
- Imágenes agrícolas: Unsplash Contributors
- Todas las imágenes utilizadas bajo licencias de uso libre comercial

Este informe fue generado automáticamente por AgroTech Sistema de Análisis Satelital. Los datos y recomendaciones son de carácter informativo y deben ser complementados con inspección de campo y criterio agronómico profesional.

agrotech

Análisis Satelital de Precisión · 2026