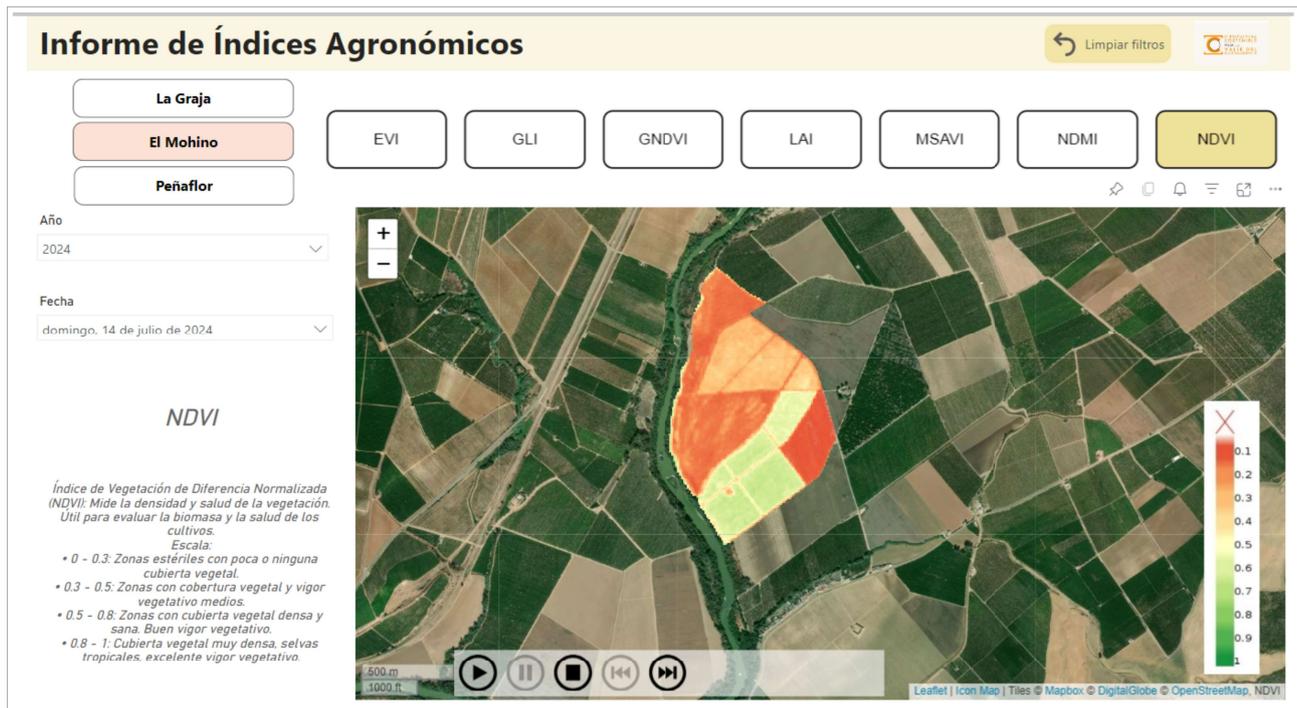


MANUAL DEL PANEL DE ÍNDICES AGRONÓMICOS.



Todo material tiene una *reflectividad espectral*, es decir, refleja las diferentes longitudes de onda con distinta eficacia, según responda al campo electromagnético de la luz.

Basándonos en esta premisa, se introduce el concepto de los **Índices de Vegetación**, que son unos parámetros que se obtienen a partir del procesamiento de imágenes de satélite, y se calculan por medio de operaciones algebraicas entre dos o más de las bandas espectrales captadas por los sensores del satélite, por contraste entre la vegetación (que tiene una alta reflectancia) y el suelo desnudo. A partir de estas diferencias en la reflectancia de las coberturas vegetales y los terrenos circundantes, se puede deducir información agronómica de gran relevancia, por lo que constituyen herramientas valiosas para evaluar la salud de los cultivos, su crecimiento o estado fisiológico, e identificar las zonas con diferente uniformidad en el riego/abonado, o con afección por plagas.

Nuestro panel incorpora diferentes capas de información, confeccionadas a partir de la información proporcionada por el satélite Sentinel-2, que cuenta con una resolución espacial de 10 metros de píxel y una frecuencia de paso de alrededor de 5 días. Estas capas proporcionan una información gráfica por píxel (en forma de color, cuya interpretación se refleja en la leyenda situada en la parte inferior derecha. A partir del color asignado a cada píxel se pueden deducir aspectos agronómicos como la densidad del cultivo o fracción de cobertura del suelo, el índice de área foliar, la fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada por los sensores del satélite, entre otros, lo cual hace que los índices de vegetación sean útiles para el seguimiento de procesos relacionados con la fotosíntesis, la transpiración de los cultivos, o las necesidades de riego.

En este panel se representan seis Índices de Vegetación, reflejándose su evolución a lo largo del tiempo en las tres parcelas demostrativas con que cuenta este proyecto

En la parte superior izquierda se disponen tres botones que, al ser pulsados, representan gráficamente cada una de las tres parcelas contempladas en el proyecto.

Debajo a la izquierda hay un desplegable para filtrar el Año que se desea consultar y, en la parte inferior y bajo el título "Fecha", se relacionan las fechas de las que disponemos de imágenes con información de los índices espectrales.

Informe de Índices Agronómicos

Limpiar filtros

COMUNIDAD DE MADRID

La Graja

El Mohino

Peñaflor

EVI

GLI

GNDVI

LAI

MSAVI

NDMI

NDVI

Año

2024

Fecha

domingo, 14 de julio de 2024

NDMI

Índice de Humedad de Diferencia Normalizada (NDMI). Detecta los niveles de humedad en la vegetación utilizando una combinación de bandas espectrales del infrarrojo cercano (NIR) y del infrarrojo de onda corta (SWIR). Es un gran indicador del estrés hídrico en los cultivos. Los valores de NDMI varían del siguiente modo:

- Valores negativos: Indican suelos secos o áreas con vegetación estresada por la falta de agua.
- Valores cercanos a cero: Representan áreas con vegetación con un nivel medio de humedad.
- Valores positivos: Indican la presencia de agua en la vegetación o en el suelo.

Selección de parcela

Selección de índice

Selección de fecha

500 m

1000 ft

Leaflet | Icon Map | Tiles © Mapbox © DigitalGlobe © OpenStreetMap, NDMI

Comandos de uso del panel de Índices de Vegetación

En la parte superior central se relacionan los siete índices de vegetación. Asimismo, en la parte inferior izquierda se describe qué mide cada uno de esos índices, y cuáles son sus utilidades.

Para interpretar los valores de los índices agronómicos se ha de recurrir a la leyenda situada en la parte inferior derecha, que da idea del valor adoptado por cada píxel de 10 m x 10 m, según sea su color dentro de la escala colorimétrica graduada en intervalos.

El panel incluye una función de reproducción automática, que permite visualizar secuencias de imágenes de modo automático, previa selección de fechas. Para ello, habrá que marcar varias imágenes de fechas consecutivas (manteniendo pulsada la tecla "Control"), y posteriormente pulsar el botón de Play, lo cual iniciará la proyección de las imágenes seleccionadas, para el índice de vegetación escogido.

Se describen a continuación estos índices de vegetación, según su utilidad:

EVI o Índice de Vegetación Mejorado.

El Enhanced vegetation index (EVI), o Índice de Vegetación Mejorada, intenta expresar los efectos atmosféricos, calculando la diferencia de radiancia entre las bandas del Azul y

el Rojo. Está diseñado para optimizar la sensibilidad en áreas con una alta biomasa y mejorar la señal de la vegetación mediante la corrección de ciertos factores que pueden afectar las medidas, como la presencia de aerosoles y el efecto del suelo.

El EVI ofrece varias ventajas sobre otros índices de vegetación, como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), tales como:

- Mayor sensibilidad en áreas con alta biomasa: EVI puede proporcionar información más precisa en regiones con una densa cobertura vegetal.
- Corrección de la influencia atmosférica y del suelo: El algoritmo de EVI incluye factores de corrección para los aerosoles y la reflectancia del suelo, lo que mejora la precisión de las mediciones.
- Mejora en la señal de vegetación: EVI utiliza bandas adicionales en el espectro azul para reducir la influencia del fondo del suelo y los efectos atmosféricos.
- El EVI permite ajustar los resultados del NDVI a los ruidos atmosféricos y del suelo, especialmente en las zonas de vegetación densa, al mitigar la saturación en la mayoría de los casos.

El rango de valores del EVI es de -1 a +1:

- Valores negativos (-1 a 0): Generalmente indican agua, nieve, nubes, o áreas sin vegetación.
- Valores cercanos a 0: Indican poca o ninguna vegetación.
- Valores positivos más bajos (0 a 0.2): Indican áreas con vegetación escasa, como pastizales o arbustos dispersos.
- Valores positivos más altos (0.2 a 1): Indican áreas con vegetación densa, como bosques, selvas, o cultivos densamente plantados.

Fórmula: $EVI = 2.5 * ((NIR - RED) / ((NIR) + (C1 * RED) - (C2 * BLUE) + L))$



EVI para fecha 6 de enero de 2024, parcela de El Mohino

GLI o Índice de Hoja Verde

El Green Leaf Index (GLI), o Índice de hoja verde, resulta muy útil cuando sólo se cuenta con imágenes observadas bajo las bandas Roja, Verde y Azul (RGB) del espectro visible.

Se utiliza para separar zonas cubiertas por vegetación, del área ausente de éstas. Los valores positivos hacen referencia a la presencia de estructuras vegetales, mientras que valores negativos hacen alusión al resto de los objetos presentes en la imagen.

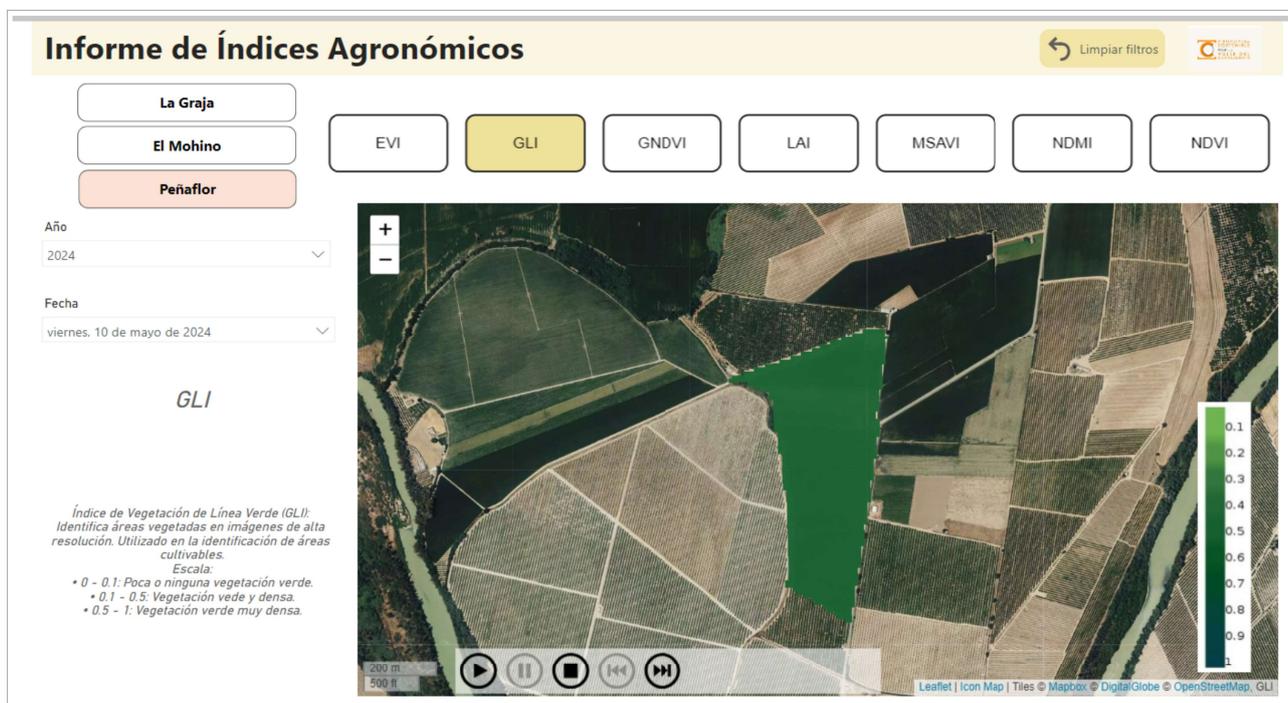
Fórmula GLI = $((\text{GREEN} - \text{RED}) + (\text{GREEN} - \text{BLUE})) / ((2 * \text{GREEN}) + \text{RED} + \text{BLUE})$

Este índice debe mostrar un repertorio de valores positivos y negativos, que ayuda a descartar las estructuras vegetales del resto de componentes de la imagen. Los valores negativos mostrarán suelos desnudos, masas de agua e infraestructuras antrópicas. Por el contrario, valores positivos identificarán la presencia de vegetación a través de un degradado de color análogo.

Mide la densidad y la salud de las hojas verdes en la vegetación. Valores más altos de GLI indican una mayor cantidad de hojas verdes y una vegetación más saludable. Es útil para evaluar el estado de la vegetación en términos de la cantidad de follaje verde presente.

El GLI varía generalmente entre -1 y 1, donde:

- Valores negativos (-1 a 0): Indican poca o ninguna vegetación verde.
- Valores cercanos a 0: Indican una vegetación verde escasa o ausente.
- Valores positivos (0 a 1): Indican una vegetación verde más densa, con valores más altos que representan una mayor densidad de vegetación verde.



GLI para fecha 10 de mayo de 2024, parcela de Peñafior

GNDVI, o Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada Verde

El Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), o Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada Verde, es una modificación del NDVI, que también utiliza el infrarrojo cercano, pero sustituye el verde visible por el rojo visible (540 a 570 nm).

Fórmula: $GNDVI = (NIR - GREEN) / (NIR + GREEN)$

El GNDVI mide el contenido de clorofila con mayor precisión que el NDVI. Se utiliza para detectar cultivos marchitos o envejecidos y medir el contenido de nitrógeno en las hojas, cuando no se dispone de un canal rojo extremo, monitorizar la vegetación con copas densas o en las etapas de madurez.

Se emplea, por tanto, para medir de manera cualitativa el verdor o la actividad fotosintética vegetal, así como para observar la asimilación de agua y nitrógeno en el desarrollo foliar del cultivo. A diferencia del NDVI, este índice utiliza la banda verde (Green) del espectro visible, en vez de la roja, confiriendo una mayor sensibilidad para determinar la concentración de clorofila.

Este índice se emplea durante las fases finales del ciclo de cultivo. Al igual que el NDVI sus valores oscilan del -1 a +1.

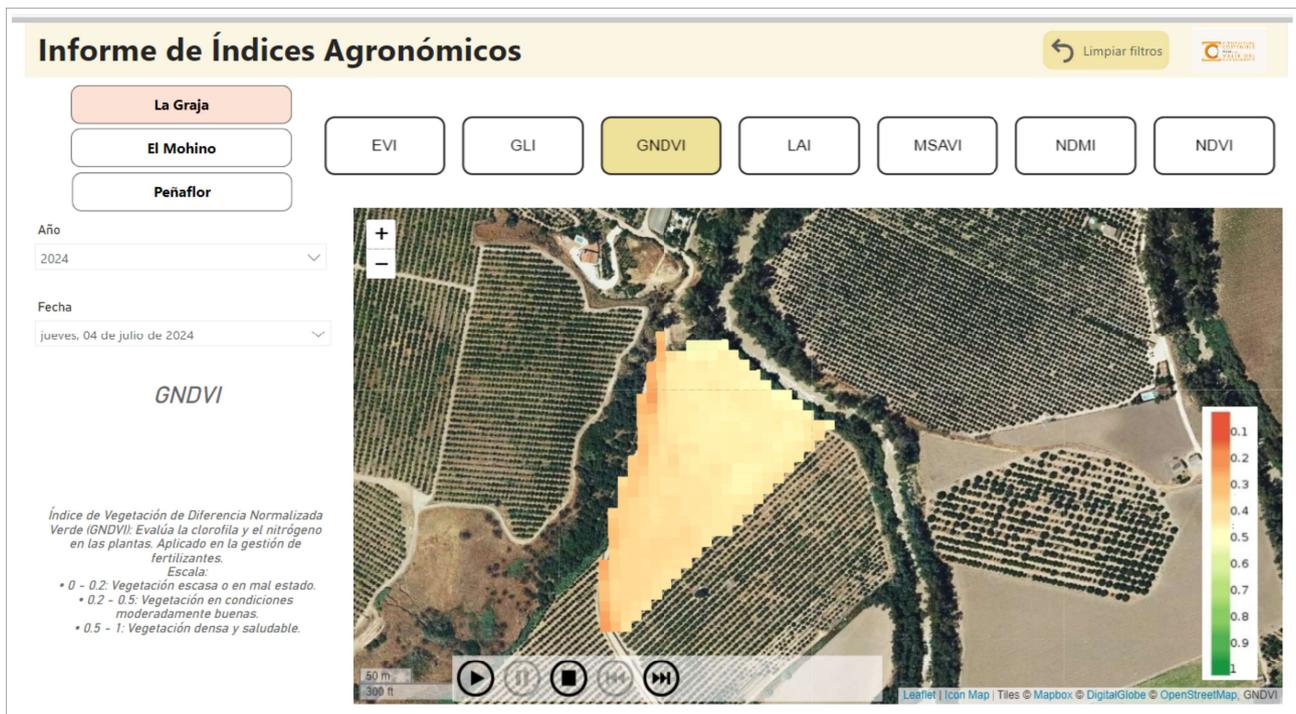
El uso del GNDVI se recomienda especialmente en la etapa de máxima vigorosidad de las plantas, cuando el valor del NDVI está próximo a 1, o al valor máximo del NDVI especializado por cultivos. Se recomienda su uso en esta etapa porque es en este momento cuando los valores del NDVI se "saturan", lo que se traduce en un mapa con valores de NDVI prácticamente iguales, siendo muy difícil distinguir variaciones de vigorosidad dentro del cultivo.

Aplicaciones del GNDVI:

- Agricultura de precisión: Ayuda a los agricultores a monitorear el estado de salud de los cultivos, detectar el estrés hídrico y optimizar la aplicación de fertilizantes.
- Gestión forestal: Utilizado para evaluar la salud de los bosques y monitorear cambios en la biomasa forestal.
- Estudios ambientales: Empleado en investigaciones sobre el cambio climático y su impacto en la vegetación.
- Monitoreo de ecosistemas: Facilita la vigilancia de la biodiversidad y el estado de conservación de los hábitats naturales.

Los valores del GNDVI se interpretan de la siguiente manera:

- Valores negativos: Indican la presencia de agua, nieve, nubes, o suelo desnudo sin vegetación.
- Valores cercanos a cero: Representan áreas con poca o ninguna vegetación.
- Valores positivos bajos (0 a 0.2): Indican vegetación escasa o en mal estado.
- Valores positivos moderados (0.2 a 0.5): Representan vegetación en condiciones moderadamente buenas.
- Valores positivos altos (0.5 a 1): Indican vegetación densa y saludable.



GNDVI para fecha 4 de julio de 2024, parcela de La Graja

LAI, o Índice de Área Foliar

El Leaf Area Index (LAI), o Índice De Área Foliar, es un parámetro diseñado para analizar la superficie foliar y estimar la cantidad de hojas en una región específica. El LAI se calcula como la relación entre la superficie foliar (iluminada) y la superficie del suelo que puede cubrir. Este índice de vegetación es importante para controlar la salud de los cultivos y las condiciones climáticas. El LAI se puede aplicar a una planta individual, a uno o varios cultivos en el campo o a toda una región.

Fórmula: $LAI = \text{Área foliar} / \text{Área de tierra que abarca ese vegetal}$

El índice de vegetación LAI, a diferencia del NDVI, tiene en cuenta las características topográficas, y las bandas espectrales que se utilizan para sus cálculos se someten a una corrección atmosférica.

Proporciona información sobre:

- Productividad de la vegetación: Un mayor LAI generalmente indica una mayor capacidad fotosintética y, por lo tanto, una mayor producción de biomasa.
- Intercambio de gases: Infiuye en el intercambio de gases entre el suelo, la vegetación y la atmósfera, como el CO₂ y el vapor de agua.
- Transpiración y evaporación: Afecta los procesos de transpiración y evaporación en un ecosistema, impactando el ciclo hidrológico.
- Cobertura del suelo: Proporciona información sobre la cobertura del suelo y la protección contra la erosión.

Los valores de LAI varían según el tipo de cobertura vegetal, del siguiente modo:

- Campos y pastizales: LAI generalmente varía entre 0 y 3.
- Cultivos agrícolas: LAI puede oscilar entre 2 y 6, dependiendo del tipo de cultivo y la etapa de crecimiento.

- Bosques de coníferas: LAI generalmente varía entre 3 y 8.
- Bosques de frondosas (caducifolios): LAI puede oscilar entre 4 y 10.
- Bosques tropicales húmedos: LAI puede ser bastante alto, típicamente entre 6 y 10, e incluso puede superar los 10 en algunas áreas muy densas.



LAI para fecha 12 de mayo de 2024, parcela de El Mohino

MSAVI, o Índice De Vegetación Ajustado Al Suelo Modificado

Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI), o Índice De Vegetación Ajustado Al Suelo Modificado, está pensado para mitigar los efectos del suelo en los resultados de monitorización de los cultivos. Por lo tanto, se aplica cuando el NDVI no puede proporcionar valores precisos, en particular, con un alto porcentaje de suelo desnudo, escasa vegetación o bajo contenido de clorofila en las plantas.

$$\text{Fórmula MSAVI} = [(2 \times \text{NIR} + 1) - \sqrt{(2 \times \text{NIR} + 1)^2 - 8 \times (\text{NIR} - \text{Red})}] / 2$$

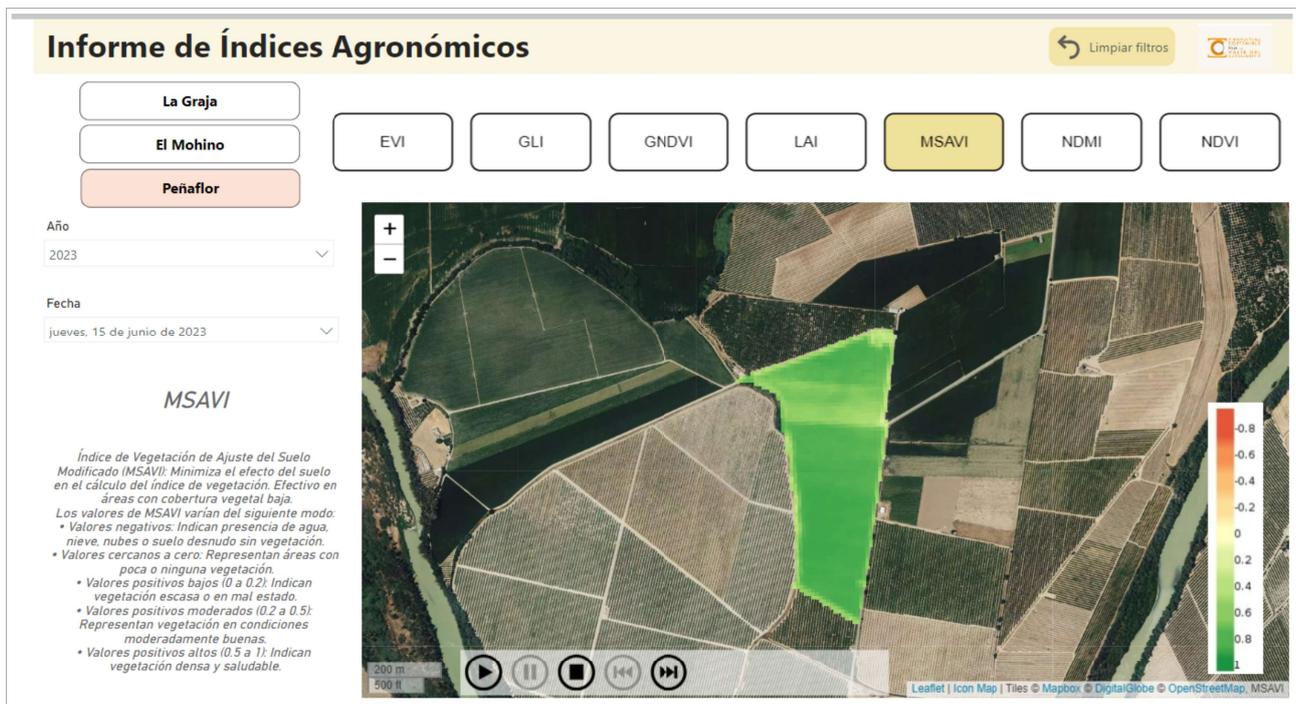
Dado que MSAVI se ajusta a los efectos del suelo y es sensible a la vegetación temprana en el campo, funciona incluso cuando la tierra apenas está cubierta de cultivos. Su empleo es útil al principio de la temporada de producción de cultivos, cuando las plántulas empiezan a establecerse.

Es decir, si la cobertura vegetal es muy pobre, con marcos de plantación amplios o en fases tempranas del cultivo, los índices de reflectancia del suelo afectan al valor final y este «efecto suelo» descompensa los valores de NDVI. Por ellos, los índices SAVI o MSAVI (el segundo es una modificación del otro) consiguen compensar el efecto suelo en estos casos.

En los campos en los que se acaban de sembrar plantas, otros índices no obtendrían datos exactos y, por consiguiente, inducirían a error al agricultor. MSAVI, por su parte, permite el seguimiento de las condiciones del cultivo en sus primeras etapas de desarrollo, ya que está específicamente diseñado para este fin.

La interpretación de los valores del MSAVI es similar a la de otros índices de vegetación, tomando valores comprendidos entre -1 y 1. :

- Valores negativos: Indican presencia de agua, nieve, nubes o suelo desnudo sin vegetación.
- Valores cercanos a cero: Representan áreas con poca o ninguna vegetación.
- Valores positivos bajos (0 a 0.2): Indican vegetación escasa o en mal estado.
- Valores positivos moderados (0.2 a 0.5): Representan vegetación en condiciones moderadamente buenas.
- Valores positivos altos (0.5 a 1): Indican vegetación densa y saludable.



MSAVI para fecha 15 de junio de 2023, parcela de Peñaflor

NDMI, o Índice de Humedad de Diferencia Normalizada.

El NDMI, a diferencia de otros índices de vegetación, se enfoca específicamente en el contenido de humedad de las plantas, utilizando una combinación de bandas espectrales en el infrarrojo cercano (NIR) y en el infrarrojo de onda corta (SWIR), lo que lo convierte en un indicador confiable de la humedad de las plantas. Además, este índice puede detectar áreas donde los cultivos están bajo estrés debido a la falta o escasez de agua, sufren de inundaciones en el campo y también áreas que son propensas a incendios, lo que hace que esta información también sea útil para bomberos y el sector forestal.

El NDMI es particularmente útil para regiones áridas y semiáridas donde los recursos hídricos son limitados, y proporciona información crucial para optimizar los horarios de riego y mejorar la gestión del agua.

El NDMI se calcula utilizando la reflectancia del infrarrojo cercano (NIR) y del infrarrojo de onda corta (SWIR):

$$\text{Fórmula NDMI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$$

El índice de vegetación NDMI oscila típicamente entre -1 y 1.

La interpretación de los valores del NDMI es la siguiente:

- Valores negativos: Indican suelos secos o áreas con vegetación estresada por la falta de agua.
- Valores cercanos a cero: Representan áreas con vegetación con un nivel medio de humedad.
- Valores positivos: Indican la presencia de agua en la vegetación o en el suelo.

En resumen, valores más altos de NDMI sugieren una mayor presencia de agua en la vegetación o en el suelo, mientras que valores más bajos indican condiciones de sequía o estrés hídrico. Los valores específicos pueden variar dependiendo de la vegetación y las condiciones ambientales del área de estudio.



NDMI para fecha 11 de abril de 2023, parcela de La Graja

NDVI, o Índice de vegetación de diferencia normalizada.

El NDVI es una medida comunmente utilizada en teledetección para evaluar el grado de salud y actividad fotosintética de una plantación.

El índice de vegetación de diferencia normalizada se calcula utilizando la información obtenida a partir de mediciones en dos longitudes de onda específicas: la luz roja (R) y la luz infrarroja cercana (NIR).

El NDVI se determina mediante la fórmula:

$$\text{Fórmula NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

En esta fórmula:

- NIR representa la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano.

- R representa la reflectancia en la banda del rojo.

El NDVI varía de -1 a 1.

- Los valores negativos (negro y marrones) corresponden a áreas con superficies de agua, estructuras artificiales, rocas y nieve.
- El suelo desnudo generalmente cae dentro del rango de 0.1 a 0.2.
- Las plantas siempre tendrán valores positivos superiores a 0.2.
- La mayoría de la vegetación sana y densa debería estar por encima de 0.5, y la vegetación dispersa probablemente caerá dentro de 0.2 a 0.5.

Sin embargo, es solo una regla general y siempre debe tener en cuenta la temporada, el tipo de planta y las peculiaridades regionales para saber exactamente qué significan los valores de NDVI.

El NDVI se utiliza ampliamente en diversas aplicaciones, incluyendo:

1. **Monitoreo de la vegetación:** Permite rastrear cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo, lo que es útil para evaluar la salud de los cultivos, la presencia de vegetación en áreas naturales y la detección de cambios en el uso del suelo.
2. **Estudios de cambio climático:** El NDVI se utiliza para estudiar los efectos del cambio climático en la distribución y la salud de la vegetación.
3. **Evaluación de la degradación del suelo:** Ayuda a identificar áreas afectadas por la desertificación, la deforestación u otras formas de degradación del suelo.
4. **Planificación agrícola:** Los agricultores utilizan el NDVI para monitorear la salud de los cultivos y optimizar la gestión de la fertilización, el riego y otros aspectos relacionados con la producción agrícola.



NDVI para fecha 16 de agosto de 2023, parcela de El Mohino

