

USO DE IMÁGENES DE TELEDETECCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PARCELAS EN SIEMBRA DIRECTA

Luis Carlos Brox Moreno

Ingeniero Agrónomo. Secretario de ASALBAC

INTRODUCCIÓN

Agricultura y Cambio Climático (CC) están íntimamente relacionadas. Por ello, a través de la Agricultura de Conservación (AC) se puede contribuir al reto global de mitigar los efectos de este CC, según se recoge en el informe "Beneficios de la Agricultura de Conservación en un entorno de Cambio Climático (Gil Ribes et al., 2017)". En este contexto, la FAO también es consciente de la importancia de conservar los suelos agrícolas, de ahí que haya publicado unas "Directrices voluntarias para la Gestión Sostenible de los suelos" (FAO, 2017).

La futura Ley de Cambio Climático también puede ser una oportunidad para la Agricultura de Conservación. Uno de los grandes compromisos adquiridos por el Gobierno para la presente legislatura es la elaboración de una Ley de Cambio Climático y Transición Energética. Es por lo que en este sentido los pasados 25 y 26 de mayo de 2017 se organizaron las Jornadas de debate "España, juntos por el clima. Ley de Cambio Climático y Transición Energética". Entre los muchos expertos que se dieron cita en estas jornadas, la Asociación Española de Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEAC.SV) participó activamente de la mano de su presidente D. Jesús Gil, en dos de las sesiones de trabajo relacionadas con la Agricultura y las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

En Europa, la agricultura es la cuarta actividad emisora de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con alrededor del 10 % del total producido, por detrás de los sectores asociados a la energía, transporte y combustión industrial.

Para poner freno a esta escalada de emisiones, a finales del

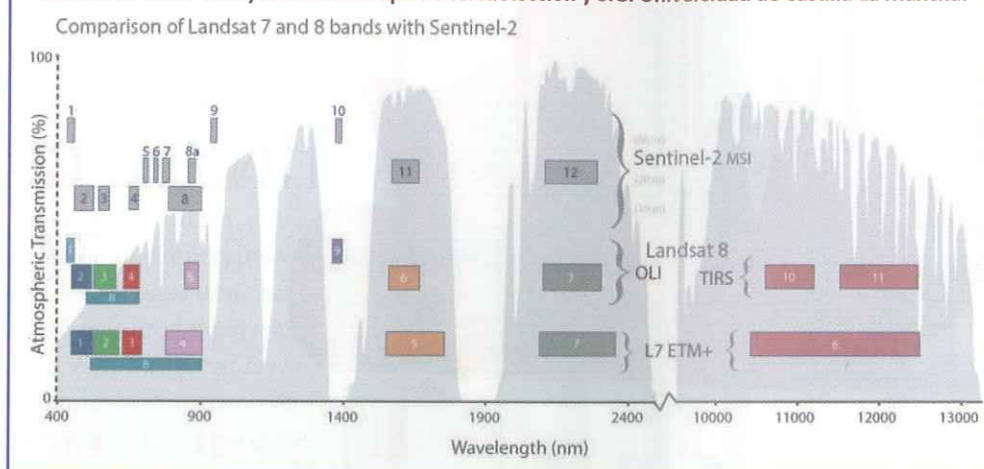
2015 se celebró en Francia la 21ª sesión de la Conferencia de las Partes (COP21) dónde se concluyó con la adopción de un acuerdo histórico para combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible, el llamado Acuerdo de París.

El 30 de noviembre de 2016 las Cortes Generales Españolas, acordaron por unanimidad la ratificación del Acuerdo de París en la lucha por el cambio climático, lo que supone el inicio de una serie de reformas estructurales.

Dentro de este marco del COP 21, España se ha adherido a la iniciativa "4 por mil" lanzada originalmente por el gobierno francés. El compromiso nacional a la iniciativa se dedicará a mejorar el contenido de carbono orgánico del suelo en un 0,4%.

Si hay alguna actividad productiva que dependa directamente del clima y de su variabilidad ésta es, sin duda, la agricultura. Un cambio de los patrones de comportamiento de las temperaturas y precipitaciones, o del incremento de la concentración del CO₂ atmosférico, afectará de manera significativa al desarrollo de los cultivos. Se estima que a nivel global la variabilidad climática es responsable de entre el 32% y el 39% de la variabilidad en los rendimientos,

Figura 1. Comparativa de bandas de Landsat 7 y 8 con Sentinel-2. Fuente: Documentación Curso Especialista Teledetección y SIG 2016. Grupo de Teledetección y SIG. Universidad de Castilla-La Mancha.



efecto que se acentúa en regiones como la que ocupa la Península Ibérica.

Por otro lado, dentro de la negociación de la reforma de la Política Agraria Comunitaria (PAC) para el nuevo Horizonte PAC 2020 se prevé que puedan aparecer nuevos cumplimientos relacionados con la protección del suelo. Cumplimientos que podrían estar dentro del Pilar 1, considerando la protección del suelo como un supuesto más dentro del *greening*, o a través del Pilar 2, como medidas horizontales de AC en cultivos herbáceos y leñosos en los programas de desarrollo rural de las CCAA que ayuden a los agricultores en la etapa de transición.

La Agricultura de Conservación es una de las agro-ciencias más estudiadas en la actualidad y con mayor desarrollo en el mundo. Según a la FAO se practica en casi 160 millones de hectáreas. En la actualidad, España es líder europeo con casi 2 millones de hectáreas.

La mayor parte de la superficie en AC se corresponde con las cubiertas vegetales, las cuales ocupan 1,3 millones de hectáreas, lo que representa el 26 % del suelo con cultivos leñosos. La superficie agrícola bajo Siembra Directa ocupa más de 0,62 millones de hectáreas (ESYRCE-Subdirección General de Estadística, 2016).

La superficie destinada en España a AC va poco a poco en aumento, pero aún falta el detonante que haga que su práctica se dispare para ponerse en niveles de países líderes como Argentina, Brasil o Estados Unidos. El proceso de adopción está siendo lento y largo por razones más relacionadas con la disposición personal que por razones de tecnología agronómica.

En vista de estos nuevos escenarios agroambientales, durante los próximos años se prevé un notable incremento en la superficie manejada bajo los principios de la AC, ya

Figura 2. Comparativa del NDVI del suelo en verano en parcelas en SD y en Laboreo. Fuente: Agrisat.es.

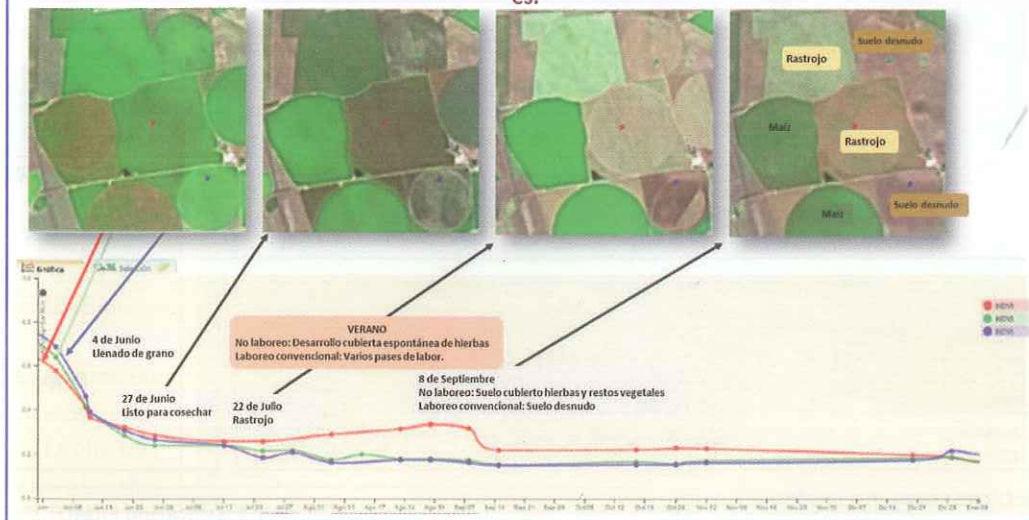
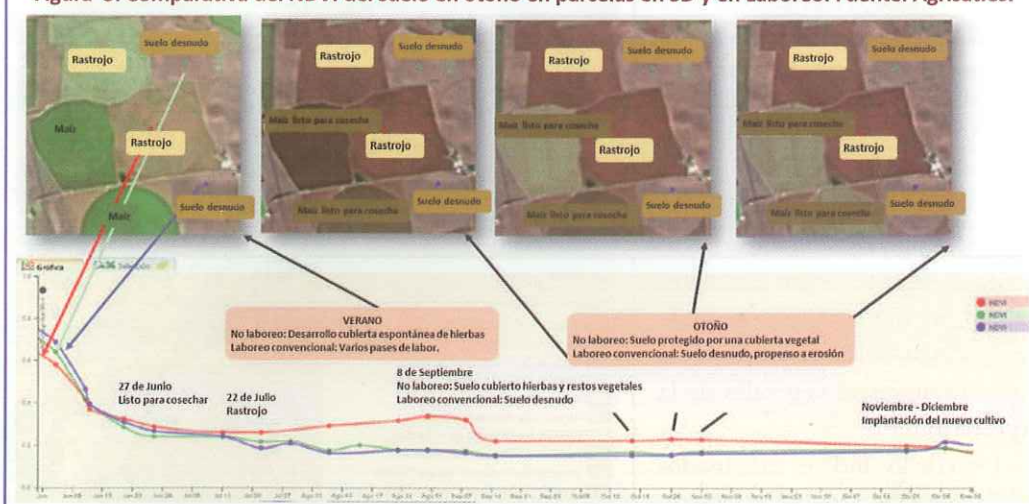


Figura 3. Comparativa del NDVI del suelo en otoño en parcelas en SD y en Laboreo. Fuente: Agrisat.es.



que hasta ahora el incremento ha sido constante aunque bajo al no contarse con demasiada promoción institucional. Por este motivo, se harán necesarios sistemas de seguimiento y control a gran escala que permitan a la administración de una forma ágil y eficiente supervisar aquellas parcelas que hayan adquirido alguna serie de compromisos relacionados con la AC.

La Asociación Albaceteña de Agricultura de Conservación (ASALBAC), integrada dentro de la AEAC.SV, junto con la sección de Teledetección y SIG del Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha, llevan tiempo buscando la forma de integrar el uso de la Teledetección y la AC. Ese interés llevó a querer desarrollar a uno de los miembros de ASALBAC una metodología para la clasificación de parcelas en Siembra Directa mediante el uso de secuencias temporales de imágenes de Teledetección.

El uso de secuencias temporales de imágenes de satélite, abre la puerta al planteamiento del desarrollo de una ►►►

Figura 4. Parcelas entrenamiento en Finca Casa Jara(S/E).



herramienta para la identificación, seguimiento y control de parcelas manejadas bajo sistemas de Siembra Directa (Brox Moreno, 2017).

¿CÓMO DIFERENCIAR PARCELAS LABRADAS DE LAS NO LABRADAS?

Los índices de vegetación obtenidos del procesamiento de imágenes de satélite tienen diferentes valores en función de si se mide suelo desnudo o suelo con una cubierta de restos vegetales de la cosecha anterior.

Uno de los índices más usados en Teledetección es el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Rouse et al., 1974). Este índice, es obtenido a partir de las reflectividades de las bandas del rojo e infrarrojo cercano. En el caso del satélite Sentinel-2A la banda del rojo sería la banda 4 y la banda del infrarrojo cercano sería la banda 8.

En la figura 1 se puede ver la comparativa de las bandas observadas en los satélites Landsat 7, Landsat 8 y Sentinel 2.

En el proceso de cálculo del NDVI y tratamiento de las imágenes se usa la metodología descrita por (Campos et al., 2011), donde se describen una serie de correcciones y normalizaciones absolutas de cada imagen.

El NDVI mide el tamaño fotosintéticamente activo de la cubierta vegetal sobre el suelo. Este índice suele tener un valor en torno a 0,15 para suelo desnudo y en torno a 0,2 (ó por encima) en parcelas de siembra directa dónde se dejan los restos vegetales de la cosecha anterior cubriendo el suelo como puede verse en las figuras 2 y 3. Estas diferencias de NDVI entre suelo desnudo y suelo con cubierta

Figura 5. Metodología de clasificación.

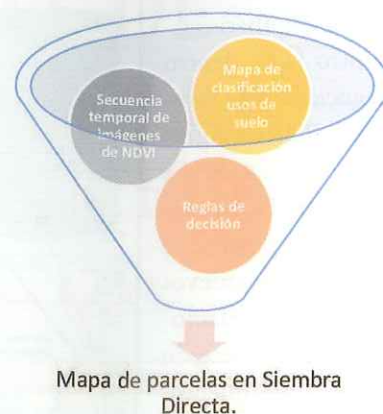


Figura 6. Clasificación ERMOT (S/E).



de restos vegetales son la clave para plantear la metodología de clasificación.

¿DÓNDE PLANTEAR LA METODOLOGÍA?

ASALBAC tiene conocimiento de una amplia superficie y número de parcelas manejadas en SD en una zona de trabajo dentro del Acuífero Mancha Oriental. Este conocimiento ha sido primordial en el desarrollo una metodología para la identificación, seguimiento y control de parcelas en SD. Existen fincas de regadío como Casa Jara (véase figura 4), en el término municipal de Tarazona de la Mancha (Albacete), y fincas de secano como Casa Roig, en Alpera (Albacete), en las que se lleva practicando la Siembra Directa durante más de 15 años. Por este motivo se han usado como parcelas de entrenamiento para posteriormente poder hacer extensiva la metodología al resto de zonas abarcadas por la superficie de

la escena observada por el satélite Sentinel 2A dentro del área de estudio.

Además de la zona de entrenamiento, también se han usado otras zonas conocidas, donde también se practica la SD. En estas parcelas se han contrastado los resultados obtenidos en la zona de entrenamiento.

¿CÓMO HACER UN MAPA DE CLASIFICACIÓN PARA GRANDES SUPERFICIES?

La metodología planteada consiste en partir de la clasificación de cultivos generada en el proyecto ERMOT (Evolución de los Regadíos en el acuífero Mancha Oriental mediante Teledetección). En esta

clasificación se selecciona una clase de cultivos y sobre esta clase se realiza una nueva clasificación en función de la evolución temporal del NDVI en los meses previos a la siembra. La nueva clasificación consiste en la selección de aquellos píxeles con valores de NDVI superiores a 0,2 en las imágenes obtenidas a través del satélite Sentinel 2^a (véase figura 5). Los píxeles que cumplen estas condiciones serán los que en principio formen parte de aquellas parcelas manejadas en Siembra Directa.

► MAPA DE CLASIFICACIÓN DE USOS DE SUELO

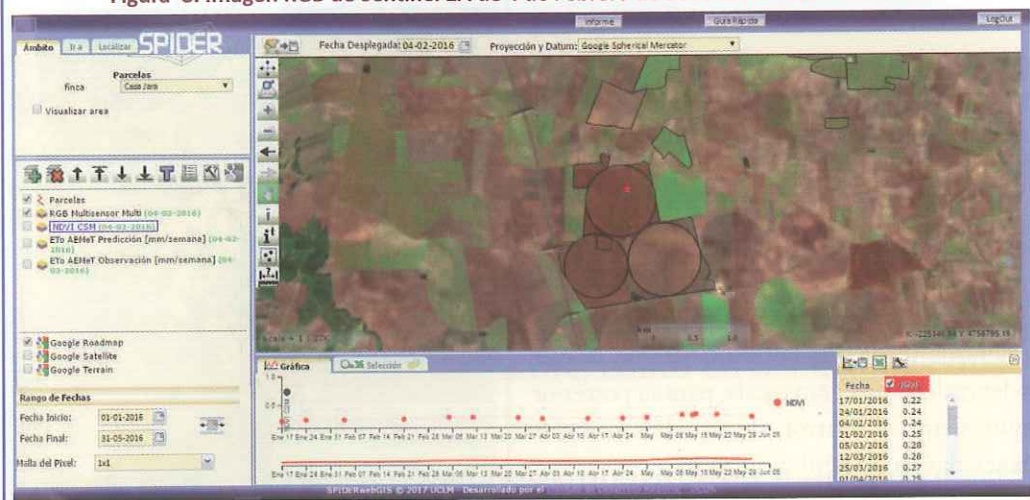
La clasificación de cultivos generada en el proyecto ERMOT es elaborada por la sección de Teledetección y SIG de la Universidad de Castilla-La Mancha. Se parte del conocimiento de la cubierta vegetal o de los cultivos existentes en determinadas áreas, llamadas parcelas de entrenamiento. Este conocimiento permite asignar las características que distinguirán a las diferentes clases presentes en el área de estudio. Para la clasificación se usan las bandas NDVI de las escenas usadas.

Al final de todo el proceso se obtiene un mapa de usos de suelo como el que se observa en la figura 6, donde se clasifican los cultivos presentes en el área de estudio. La clasificación en la imagen se realiza por colores, donde cada color está asociado a la clase que se especifica en la leyenda

Figura 7. Clase de Regadío Verano alta cobertura (S/E).



Figura 8. Imagen RGB de Sentinel 2A de 4 de Febrero de 2016 sin cobertura nubosa.



de la imagen.

Una vez se tiene la clasificación de cultivos, mediante un programa informático de GIS (Gestión de Información Geográfica) se extrae la clase de cultivo sobre la que usar la metodología planteada.

En la figura 7, se observan en color anaranjado aquellas parcelas que pertenecen a la clase *Regadío Verano alta cobertura*.

► SECUENCIA TEMPORAL DE IMÁGENES NDVI

Una vez que se extrae una clase de cultivos a estudiar, se recurre al uso de una serie temporal de imágenes de NDVI a lo largo los meses previos a la siembra.

Para elegir las imágenes, se utilizaba la herramienta SPIDERwebGIS (www.spiderwebgis.org). Se trata de una página webGIS donde se pone a disposición del usuario secuencias temporales de imágenes de teledetección para su uso en aplicaciones agronómicas (véase figura 8). ►►►

Se deben elegir imágenes de buena calidad, libres de nubes y cualquier otro tipo de interferencia.

Las imágenes de NDVI (véase figura 9) de las fechas elegidas, para su posterior procesamiento, son proporcionadas por el Grupo de Teledetección y SIG de la Universidad de Castilla-La Mancha.

► REGLAS DE DECISIÓN

A la hora de clasificar las imágenes de NDVI, para obtener los píxeles asociados a las parcelas manejadas bajo SD, se establecerán unas reglas de decisión. El objetivo es obtener aquellos píxeles que cumplan simultáneamente que la regla establecida para las imágenes de NDVI elegidas, y al mismo tiempo pertenezca a la clase de cultivo ERMOT a estudiar.

En la figura 10 se puede observar una de las clasificaciones realizadas. Dentro de las parcelas de entrenamiento de los píxeles que cumplen las condiciones establecidas: NDVI mayor que 0,2 y clasificación de cultivo ERMOT "Regadío de Verano Alta Cobertura".

► MAPA DE CLASIFICACIÓN DE GRANDES SUPERFICIES

A la vista de los resultados obtenidos, la metodología planteada podría ser válida a la hora de tener una herramienta con la que poder realizar una gran escala, para su posterior seguimiento y control, de aquellas parcelas manejadas bajo Siembra Directa.

CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir que es posible el uso de una metodología que permita el estudio de grandes superficies y clasificar, para su seguimiento y control, aquellas parcelas que se encuentren en SD.

El disponer de un archivo informático con el censo de parcelas en SD de una zona ayudaría a que el uso de la metodología planteada fuese más efectivo.

La Siembra directa es considerada como la herramienta más potente que tiene a su alcance el agricultor a la hora de practicar una agricultura más sostenible, protegiendo el medio agrícola de la erosión y optimizando los recursos necesarios para la producción agraria.

La Siembra Directa es una técnica que se practica sin problemas a nivel de cultivos extensivos como cereal, legumbres, oleaginosas... Sin embargo, aún queda trabajo que desarrollar en cultivos de semilla muy pequeña (como adormidera) o en cultivos hortícolas.

Figura 9. Imagen NDVI de 4 de Febrero de 2016 (S/E).

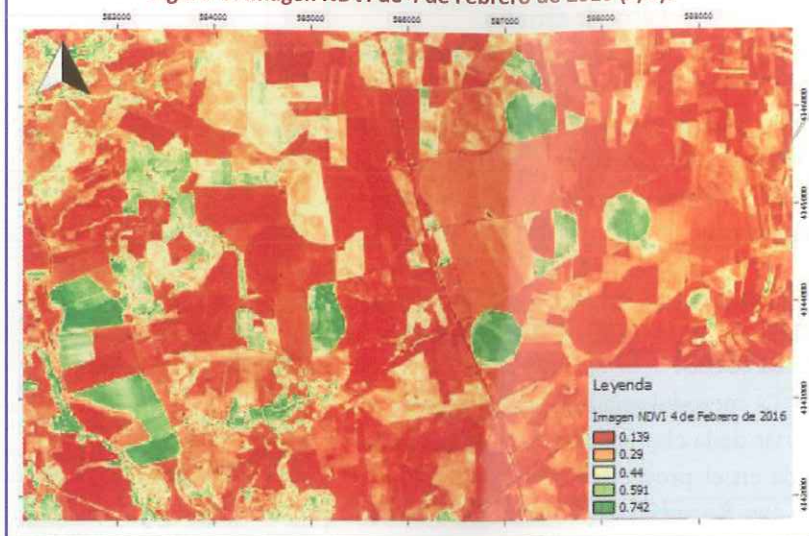


Figura 10. Clasificación de píxeles con NDVI > 0,2 (S/E).



En un futuro, habría que evaluar también la aplicación de esta metodología para determinar la presencia de cubiertas vegetales en cultivos leñosos.

BIBLIOGRAFÍA

- Brox Moreno, L.C., 2017. Teledetección y Agricultura de Conservación. Uso de imágenes de teledetección para la identificación de parcelas en Siembra Directa (Agricultura de Conservación). Albacete.
- Campos, I., Odi, M., Belmonte, M., Martínez-Beltrán, C., Calera, A., 2011. Obtención de series multitemporales y multisensor de índices de vegetación mediante un procedimiento de normalización absoluta, in: XIV Congreso de La Asociación Española de Teledetección.
- FAO, 2017. Directrices voluntarias para la Gestión Sostenible de los Suelos. Roma (Italia).
- Gil Ribes, J.A., Ordoñez Fernandez, R., González Sanchez, E.J., Veroz González, O., Gómez Ariza, M., Sánchez Ruiz, F., 2017. Beneficios de la Agricultura de Conservación en un entorno de cambio climático. Córdoba (España).
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., 1974. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation. NASA Goddard Sp. Flight Cent. doi:19740008955
- Subdirección General de Estadística, 2016. ESYRCE (Encuesta sobre superficies y sendimientos de cultivos).