

Índexs espectrals en cereals d'hivern: NDVI

abr. 28, 2021 |

En els darrers temps s'han posat a disposició de l'agricultor dades de teledetecció en forma d'índexs espectrals. Aquestes dades les ofereixen algunes empreses de serveis i també alguns serveis públics gratuïts. L'índex més conegut i utilitzat és el NDVI, que informa a grans trets de la cobertura vegetal, i fins a cert punt, la biomassa del nostre camp. Aquesta tecnologia relativament nova ens dona una informació que pot ser útil per detectar problemes als nostres cultius, tot i que també té limitacions. Els cultius d'hivern, per la seves característiques físiques, es poden beneficiar molt de la utilització d'aquesta tecnologia.

Què és la teledetecció?

La teledetecció com a concepte és la mesura de qualsevulla variable sense tocar l'objecte mesurat. En la definició no hi ha menció de la distància entre *l'objecte mesurat* (en el nostre cas les plantes) i *l'instrument de mesura* (el sensor). La distància entre ambdós pot ser molt curta, com per exemple en sensors muntats als tractors, o bé de diversos kilòmetres com és el cas dels satèl·lits. A diferents escales, tots aquests instruments ens poden donar informació de teledetecció.

Els índexos espectrals fan referència a informació de l'espectre electro-magnètic, que en realitat és una barreja d'ones de diferents longituds que hi ha al nostre entorn de manera natural. Per destriar aquesta informació i aprofitar la que ens interessa, els diferents sensors s'han dissenyat per capturar per separat la senyal d'un conjunt d'ones específiques. Un cop obtingudes les dades es calculen índexos, que solen ser fórmules matemàtiques senzilles que resulten en un número.

La informació resultant normalment es mostra en un mapa, i si ens apropem suficient amb el zoom es veuen quadrats homogenis corresponents als píxels. Cada píxel és la unitat mínima d'informació, i la mida del píxel sobre el camp depèn de la resolució de l'instrument, així com de la distància entre el sensor i la superfície del camp. Els sensors de proximitat més potents

poden donar una resolució de menys d'un metre, fins i tot de pocs centímetres. En canvi, el sensor més fi del satèl·lit Sentinel-2 té una mida de píxel mínima de 10 m, amb valors normals de píxels de 100 m o 1 km, depenent de la banda electromagnètica que ens interressi. En la pràctica, cada píxel conté un únic valor de l'índex que estem visualitzant.

Índex de vegetació (NDVI)

De la radiació solar que arriba als nostres camps, les plantes absorbeixen energia de la llum visible i en reflecteixen la radiació infra-roja (Figura 1). Aquesta propietat s'aprofita en teledetecció per establir l'índex de vegetació anomenat NDVI (Figura 2). Aquestes sigles venen de l'anglès i signifiquen "*Normalized Difference Vegetation Index*", i té en compte la diferència entre la llum vermella (que és absorbida en gran part per la planta) i la infra-roja, que és reflectida. Com més absorció de llum vermella i més reflexió de la infra-roja, més diferència hi haurà en el càlcul, i més alt serà el valor de NDVI, que en tot cas tindrà valors entre 0 (sense vegetació) i 1 (màxima vegetació). Els valors menors de 0 solen correspondre amb superfícies d'aigua o cobertes artificials.

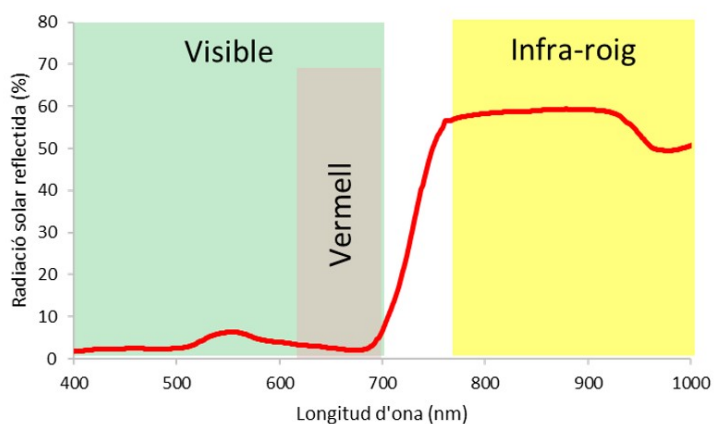


Figura 1. Exemple d'espectre de reflectància

Instruments de mesura

Hi ha diferents tipus de sensors disponibles que es poden utilitzar per als cereals d'hivern:

1. **Sensors manuals**, que es porten a peu per la parcel·la, tenen un gallet i donen la lectura de l'índex de vegetació en el moment. Normalment proporcionen valors de

NDVI. Aquests instruments solen tenir preus raonables però porta molta feina fer les mesures a peu pels camps de manera representativa. La informació que ens donen també és limitada. La figura 3 en mostra un exemple.

2. **Sensors muntats en tractors**, semblants als manuals però dissenyats per les connexions amb la maquinària moderna, de manera que la informació va a l'ordinador del tractor, on es processa. De les dades obtingudes se'n poden derivar accions tals com aplicar més o menys adob, o bé aplicar més o menys herbicida. Aquests sistemes estan en desenvolupament actualment, però alguns models ja estan a l'abast d'empreses de serveis i poden ser útils a agricultors d'explotacions grans.
3. **Drons**, que son dispositius voladors tripulats a distància. Poden ser d'ales fixes (tipus mini-avió) o rotatòries (semblant a helicòpters, Figura 4). Les càmeres més utilitzades actualment en aquests dispositius tenen sensors per diferents bandes i permeten calcular NDVI i alguns índexos més que en son complementaris. Algunes empreses de serveis tenen aquest equipament, que sol ser car i molt especialitzat. Es necessita un carnet específic i permisos de vol de l'*Agencia Estatal de Seguridad Aérea* per a pilotar un dron per a obtenir dades dels camps.
4. **Avionetes tripulades**, que poden portar més càrrega i per tant sensors més sofisticats. Aquests equipaments estan disponibles en algunes empreses de serveis i també les utilitzen els serveis de cartografia oficials.
5. **Satèl·lits**, que tenen diferents sensors ja establerts. Algunes dades de satèl·lit estan disponibles gratuïtament, amb visors fàcils de manejar amb un navegador d'internet. Les imatges estan disponibles per dies saltejats segons el moment en què el satèl·lit passa, i segons els sensors de cada tipus de satèl·lit. També la resolució dels píxels depèn dels satèl·lits i els dies que passen per sobre els nostres camps.



Figura 3. Exemple de detector de NDVI manual



Figura 4. Dron amb càmera per a detectar NDVI en camp

Usos més estesos del NDVI

Els cereals d'hivern són un tipus de cultiu que, vistos a distància, tenen una estructura homogènia de vegetació. Els índexos de reflectància ens haurien de donar valors molt similars dins un mateix camp, i si no és així, és que hi ha algun tipus de problema. Aquesta característica és un avantatge davant altres tipus de cultius, com ara els arbres fruiters, oliveres, vinyes, etc., que són més complicats d'interpretar. Els usos més estesos del NDVI en cereals d'hivern són els següents:

- **Detecció de problemes d'homogeneïtat:** La utilitat més indiscutible del NDVI és la localització de zones amb més o menys vigor dins el nostre camp. A mesura que el cultiu es desenvolupa el NDVI augmentarà fins arribar a valors propers a 1 en les millors condicions. És possible que una zona del camp tingui alguna problemàtica concreta (infestació de males herbes, malalties, plagues, problemes de sòl...) que es podrien detectar amb variacions del NDVI. La figura 5 mostra un exemple de camp amb molta heterogeneïtat al costat d'un camp molt homogeni.

- **Recomanació d'adobat:** Per a poder utilitzar el NDVI com a eina per afinar l'adobat, és aconsellable tenir una petita zona o una banda sense carències d'adob com a referència del verdor que es vol obtenir. També cal una zona sense plantes com a referència inferior. Un cop conegut el valor de NDVI en aquestes dues referències, la mesura de l'índex en els diferents llocs del camp serveixen per calcular, mitjançant models, la quantitat d'adob que cada zona necessita.

- **Estimació de rendiment :** Una vegetació abundant del nostre cultiu pot estar relacionada amb un bon rendiment. Per fer aquest tipus d'estimació es necessiten models específics i de

vegades l'estimació no és exacta, però pot ser un bon indicador a gran escala si el model està ben ajustat a les condicions on es fa la mesura. La Figura 6 mostra un camp experimental on es va mesurar NDVI per estimar el rendiment de diferents varietats.

- **Avaluació de danys en incendis, inundacions, etc.** Quan una catàstrofe afecta tot el camp i destrueix la planta completa, el NDVI pot mostrar una variació important per tal de quantificar l'abast de la pèrdua de biomassa.

- **Control de cultius per part de l'Administració:** Les dades de la DUN de vegades es comproven amb imatges de satèl·lit, i alguns cultius o guarets es poden distingir gràcies als índexos de vegetació complementats amb fotografies visibles.

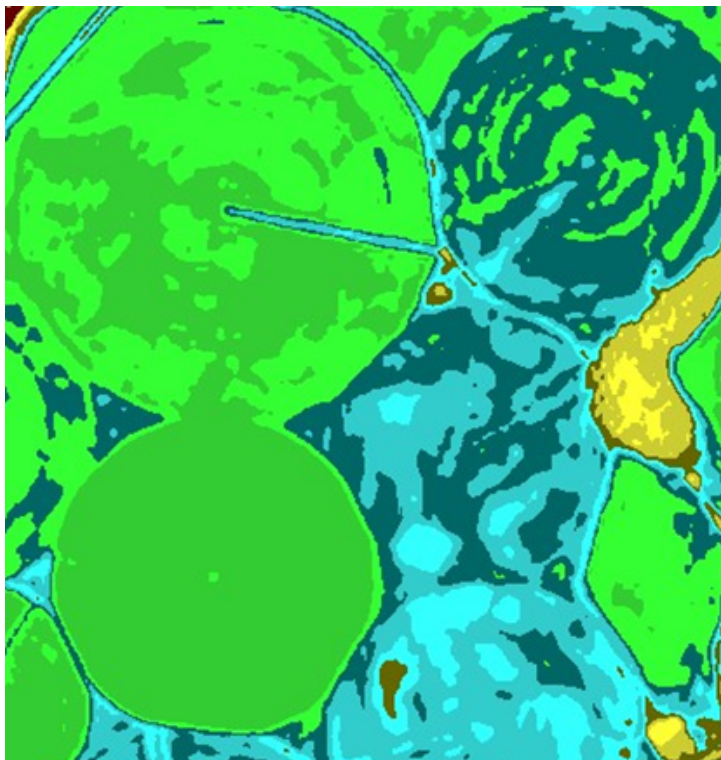


Figura 5. Exemple de camp homogeni i heterogeni segons dades de satèl·lit

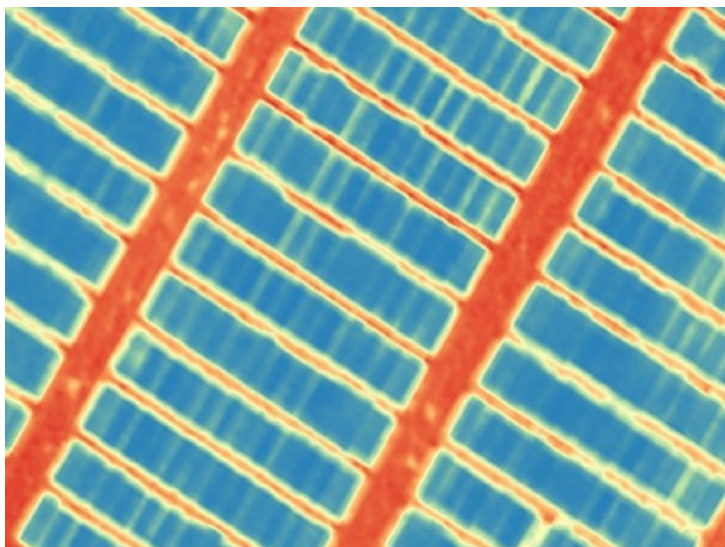


Figura 6. Exemple de detecció de NDVI en parcel·les experimentals per a l'estimació de rendiment.

Limitacions

Malgrat tots aquests avantatges, la utilitat del NDVI té uns certs límits:

- **És un indicador de diferent vigor, però no de les causes.** La utilitat de control de la homogeneïtat ens pot donar idea de quines zones hauríem de mostrejar o visitar per veure quin és el problema, ja que la falta de vigor pot ser deguda a múltiples causes.
- **La recomanació d'adob sempre serà aproximada.** El NDVI ens informa de la biomassa i el vigor que té el cultiu amb les seves variacions dins el camp, però no dona informació sobre el nitrogen que hi ha al sòl que en breu pugui estar disponible per les plantes. El model per al càlcul de l'adob que cal aplicar sempre té un cert marge d'error afegit a la manca d'informació del nitrogen del sòl.
- **Dependència de les condicions ambientals.** Els dies núvols, pluja o boira no es poden obtenir dades dels satèl·lits. De la mateixa manera, la pluja, la boira o l'excés de vent pot limitar l'obtenció de dades per part d'avionetes o drons.

AUTORS

DOLORS VILLEGAS

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

JOSEP ANTON BETBESÉ

IRTA Programa de Cultius Extensius
Sostenibles (Mas Badia)