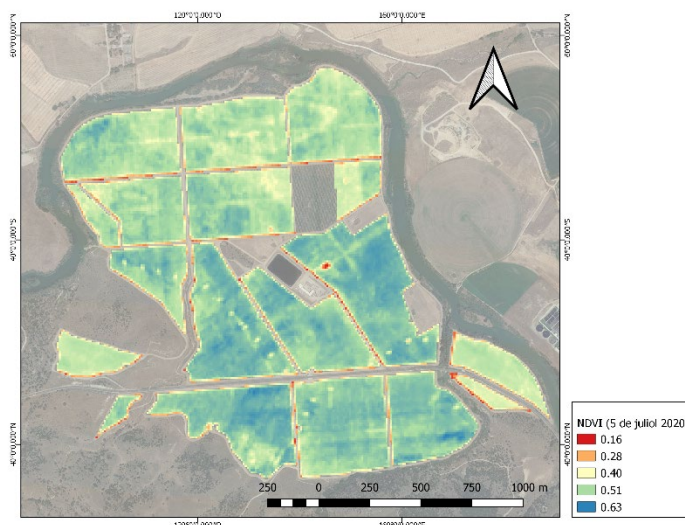
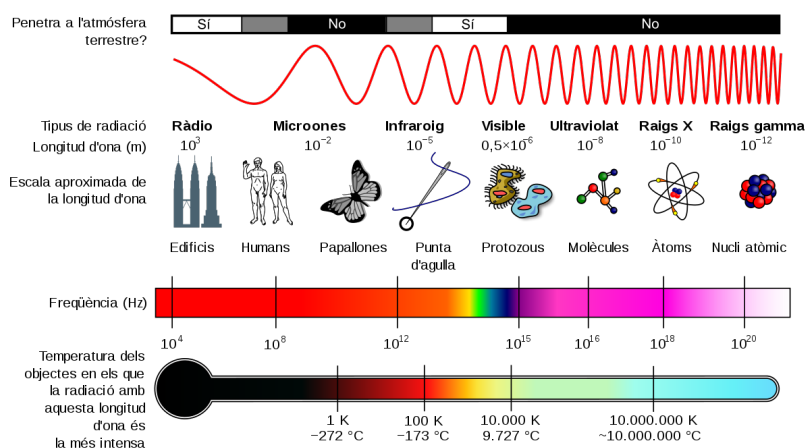


## Els Índexs de Vegetació



### Què són?

Els índex de vegetació (IV) són ràtios calculats amb la reflectància espectral de la vegetació en diferents bandes de l'espectre electromagnètic mesurades per un sensor (**Figura 1**). Es fan servir com indicadors de la presència de plantes o arbres i per a conèixer el seu estat general. La relació entre aquestes bandes té al darrere un estudi empíric que demostra la relació directa entre el valor numèric calculat i un determinat paràmetre de la planta a mesurar.

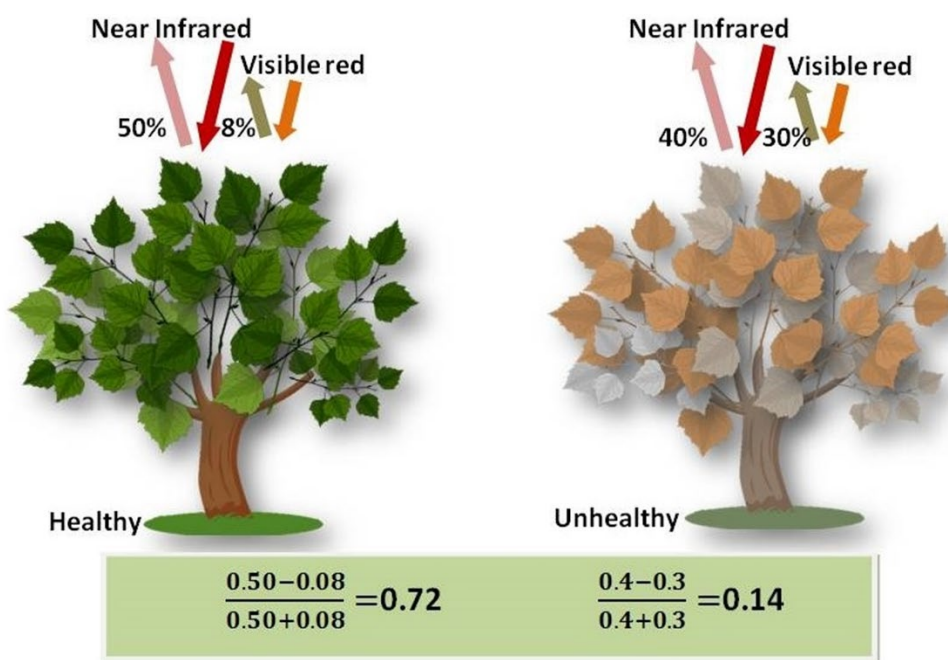


**Figura 1.** Espectre electromagnètic. (Font: Vikipèdia)



## Per a què s'utilitzen?

Aquests índexs aprofiten el particular comportament de la vegetació sana en les diferents bandes espectrals, especialment, entre el visible i l'infraroig proper. En efecte, mentre en el visible, en particular a la banda vermella, els pigments de la fulla absorbeixen la major part de l'energia que reben per a fer la fotosíntesi, l'infraroig proper en ser una radiació més energètica, no es pot fer servir per a sintetitzar molècules orgàniques i és reflectat per la planta per evitar el sobreescalfament (Figura 2). Aquests contrastos són els que aprofiten els IV per establir diferències en la vegetació sana i vigorosa, quan els contrastos són més grans, i vegetació malalta o de baixa densitat, quan els contrastos són reduïts. Diferenciar les zones de vigor dins d'una parcel·la ens permetrà, per exemple, aplicar diferents quantitats d'insums mitjançant mapes de prescripció o dirigir mostrejors per al mostreig del sòl o per estimar la collita.



**Figura 2.** La vegetació verda (esquerra) absorbeix la llum visible i reflecteix la llum infraroja propera; La vegetació escassa (dreta) reflecteix més llum visible i menys llum infraroja propera. (Font: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108548>).



## Principals índexs espectrals

A continuació fem un resum dels índex de vegetació més utilitzats, la seva fórmula matemàtica i la fórmula amb referència a les diferents bandes espectrals proporcionades a les imatges dels [satèl·lits Sentinel-2](#). Les imatges multispectrals es poden [descarregar](#) de manera gratuïta, i t'expliquem com [calcular l'NDVI amb el sistema d'informació geogràfica QGIS](#) a mode d'exemple.

### *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI):*

L'índex NDVI és l'índex de vegetació de diferència normalitzada i és un dels més utilitzats. Serveix, bàsicament, per a mesurar el desenvolupament de les plantes, determinar la presència de cobertes vegetals i controlar la producció de biomassa. Quan un arbre és vigorós, reflecteix molta radiació solar en l'infraroig proper i poca en el vermell i, en conseqüència, s'obté un NDVI elevat. En canvi, quan un arbre està estressat, passa el contrari. Els valors donats per aquest índex varien entre -1 i 1. L'aigua i el sòl donen valors negatius o positius baixos i la vegetació dona valors més propers a 1 com més sana i vigorosa és. L'NDVI es calcula a partir de la següent equació:

$$\text{NDVI} = (\text{infraroig proper} - \text{vermell}) / (\text{infraroig proper} + \text{vermell})$$

$$\text{NDVI (Sentinel-2)} = (B8 - B4) / (B8 + B4)$$

### *Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI):*

És un índex de "verdor" o activitat fotosintètica de la planta. És un dels índexs de vegetació més utilitzats per determinar l'absorció d'aigua i nitrogen per part del cultiu. Els valors donats per aquest índex varien entre -1 i 1. Es calcula mitjançant la següent equació:

$$\text{GNDVI} = (\text{infraroig proper} - \text{verd}) / (\text{infraroig proper} + \text{verd})$$

$$\text{GNDVI (Sentinel-2)} = (B08 - B03) / (B08 + B03)$$

### *Enhanced Vegetation Index (EVI):*

És un índex de vegetació "optimitzat" dissenyat per millorar el senyal de vegetació amb una sensibilitat millorada a les regions d'alta biomassa i un seguiment millorat de la vegetació mitjançant un desacoblament del senyal de fons del dosser i una reducció de les influències atmosfèriques. L'EVI es calcula seguint aquesta equació:

$$\text{EVI} = 2.5 * (\text{infraroig proper} - \text{roig}) / (\text{infraroig proper} + 6 * \text{roig} - 7.5 * \text{blau} + 1)$$

$$\text{EVI (Sentinel-2)} = 2.5 * (B8 - B4) / ((B8 + 6 * B4 - 7.5 * B2) + 1)$$

Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022



## Advanced Vegetation Index (AVI):

L'índex AVI és similar a l'NDVI donat que utilitza les bandes espectrals vermella i infraroja propera per monitorar les variacions dels cultius i dels boscos al llarg del temps. Amb la combinació multitemporal de l'AVI i l'NDVI és possible discriminar diferents tipus de vegetació i extreure les característiques de la fenologia. L'AVI es calcula amb la següent equació:

$$AVI = \text{infraroig proper} * (1 - \text{roig}) * (\text{infraroig proper} - \text{roig})$$

$$AVI (\text{Sentinel-2}) = B8 * (1 - B4) * (B8 - B4)$$

## Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI):

L'índex SAVI és un IV que intenta minimitzar a influència de la brillantor del sòl utilitzant un factor de correcció (L). Això sovint s'utilitza en regions àrides on la coberta de vegetació és baixa i genera valors entre -1,0 i 1,0. La seva equació és:

$$SAVI = ((\text{infraroig proper} - \text{roig}) / (\text{infraroig proper} + \text{roig} + L)) * (1 + L)$$

$$SAVI (\text{Sentinel-2}) = (B08 - B04) / (B08 + B04 + L) * (1 + L)$$

Es va trobar un valor L d'aproximadament 0,5 a l'espai de reflectància per minimitzar les variacions de la brillantor del sòl i eliminar la necessitat d'un calibratge addicional per a diferents sòls.

## Plant Cell Density (PCD)

En cultius amb més densitat de vegetació el vigor es contrasta millor a través de l'índex PCD que de l'NDVI, probablement a causa de la capacitat més gran del PCD de detectar diferències en la biomassa fotosintètica activa o canvis en l'índex d'àrea foliar. La seva equació és:

$$PCD = \text{infraroig proper} / \text{roig}$$

$$PCD (\text{Sentinel-2}) = B08 / B04$$

Després dels valors es normalitzen en una resolució de 8 bits amb valors entre 0 i 255 (tots dos inclosos). És a dir, per a cada parcel·la i imatge, al valor mínim obtingut amb l'equació 1 se li assigna el valor 0, i al màxim el 255. Els valors intermedis s'interpolen de manera lineal. Per tant, aquest índex és relatiu i els mapes obtinguts en diferents moments i parcel·les no es poden comparar.





## + Índex de vegetació

- <https://www.indexdatabase.de/>

L'autoria d'aquest document és del Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió i ha estat elaborat per Carla Román amb la coordinació d'Àlex Escolà.



Aquesta obra està sota una llicència de Creative Commons Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

*Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022*

