

Índices espectrais em cereais de Inverno: NDVI

Nos últimos tempos os dados de teledeteção tornaram-se disponíveis aos agricultores sob a forma de índices espectrais e são disponibilizados por empresas de serviços, assim como alguns serviços públicos gratuitos. O índice mais conhecido e mais amplamente utilizado é o NDVI, que fornece ampla informação sobre a cobertura vegetal e, em certa medida, sobre a biomassa do campo. Esta tecnologia relativamente nova fornece informações que podem ser úteis para detetar problemas nas culturas, embora com algumas limitações. As culturas de inverno, devido às suas características físicas, podem beneficiar muito com a utilização desta tecnologia.

O que é a teledeteção?

A teledeteção, como conceito, significa a medição de qualquer variável sem tocar no objeto medido. Na definição não há menção da distância entre o objeto medido (no nosso caso plantas) e o instrumento de medição (o sensor). A distância entre os dois pode ser muito curta, como por exemplo no caso de sensores montados em tratores, ou de vários quilómetros, como no caso de satélites. Em diferentes escalas, todos estes instrumentos podem fornecer informações de teledeteção.

Os índices espectrais referem-se à informação do espectro electromagnético, que na realidade é uma mistura de ondas de diferentes comprimentos que existem naturalmente no nosso ambiente. A fim de distinguir esta informação e tirar partido da que nos interessa, os diferentes sensores são concebidos para capturar separadamente o sinal de um conjunto específico de ondas. Uma vez obtidos os dados, são calculados os índices correspondentes, geralmente fórmulas matemáticas simples que fornecem um valor numérico.

A informação resultante é normalmente apresentada num mapa, no qual, se for suficientemente ampliado, são visíveis quadrados homogéneos correspondentes aos pixels. Cada pixel é a unidade mínima de informação, e o tamanho do pixel sobre o campo depende da resolução do instrumento, bem como da distância entre o sensor e a superfície do campo. Os sensores de proximidade mais potentes podem dar uma resolução de menos de um metro, inclusive de alguns centímetros. Em contraste, o melhor sensor do satélite Sentinel-2 tem um tamanho mínimo de pixel de 10m, com valores normais de pixel de 100m ou 1km, dependendo da banda electromagnética de interesse. Na prática, cada pixel contém um único valor do índice que estamos a visualizar.

Índice de Vegetação (NDVI)

A partir da radiação solar que chega aos nossos campos, as plantas absorvem a energia da luz visível e refletem a radiação infravermelha (Figura 1). Esta propriedade é explorada na deteção remota para estabelecer o índice de vegetação chamado NDVI (Figura 2). Isto significa "Índice de Vegetação por Diferença Normalizada" e tem em conta a diferença entre a luz vermelha (que é largamente absorvida pela planta) e a luz infravermelha, que é refletida. Quanto mais absorção de luz vermelha e reflexão de infravermelhos, maior a diferença no cálculo e maior o valor NDVI, que em qualquer caso terá valores entre 0 (sem vegetação) e 1 (vegetação máxima). Valores inferiores a 1 correspondem geralmente a superfícies de água ou cobertura artificial.

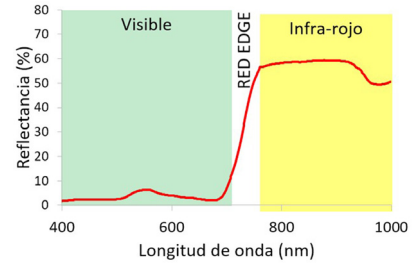


Figura 1. Exemplo de espectro de reflectância

Figura 2: Fórmula de cálculo do NDVI

$$NDVI = \frac{REF_{IR} - REF_R}{REF_{IR} + REF_R}$$

Em que REF_{IR} é a reflectância no espectro infravermelho e REF_R no vermelho

Instrumentos de medição

Há diferentes tipos de sensores disponíveis que podem ser utilizados para cereais de Inverno:

1. Os sensores manuais, que são transportados a pé através da parcela, têm um dispositivo e fornecem a leitura do índice de vegetação no local. Normalmente fornecem valores NDVI. Geralmente estes instrumentos têm preços razoáveis mas é necessário muito trabalho para fazer medições representativas a pé nos campos. A informação que fornecem também é limitada. A figura 3 mostra um exemplo de tais instrumentos.



Figura 3. Exemplo de sensor manual de NDVI

2. Sensores montados no trator, semelhantes aos sensores manuais, mas concebidos para ligações a máquinas modernas, de modo a que a informação vá para o computador do trator, onde é processada. A partir dos dados obtidos podem ser derivadas ações como a aplicação de mais ou menos fertilizante, ou a aplicação de mais ou menos herbicida. Estes sistemas estão atualmente em desenvolvimento, mas alguns modelos já estão disponíveis para as empresas de serviços e podem ser úteis para os grandes agricultores.

3. Drones, que são dispositivos voadores operados à distância. Podem ser de asa fixa (tipo mini-plano) ou rotativos (semelhantes aos helicópteros (Figura 4)). As câmaras atualmente mais utilizadas nestes dispositivos têm sensores para diferentes bandas e permitem o cálculo de NDVI e alguns outros índices complementares. Algumas empresas de serviços têm este equipamento, que é normalmente caro e muito especializado. É necessária uma licença específica e licenças de voo da Agência Estatal de Segurança Aérea para pilotar um drone a fim de obter dados de campo.

4. Aviões tripulados, que podem transportar mais carga e, portanto, sensores mais sofisticados. Este equipamento está disponível em algumas empresas de serviços e é também utilizado pelos serviços oficiais de cartografia.

5. Satélites, que têm diferentes sensores já estabelecidos. Alguns dados de satélite estão disponíveis gratuitamente, com visualizadores fáceis de operar com um navegador de internet. As imagens estão disponíveis numa base diária, dependendo de quando o satélite passa, e dos sensores de cada tipo de satélite. Também a resolução dos pixels depende dos satélites e dos dias em que estes passam sobre os campos.

Utilizações generalizadas do NDVI

Os cereais de inverno são um tipo de culturas que, vistos à distância, têm uma estrutura vegetal homogénea. Os índices de refletância devem dar valores muito semelhantes dentro do mesmo campo e se não for este o caso é porque há algum tipo de problema. Esta característica é uma vantagem sobre outras culturas como árvores de fruto, oliveiras, vinhas, etc., que são mais complicadas de interpretar.

As utilizações mais generalizadas da NDVI em cereais de inverno são as seguintes:

Deteção de problemas de homogeneidade: A utilidade mais indiscutível do NDVI é a localização de áreas com maior ou menor vigor dentro do nosso campo. À medida que a cultura se desenvolve, o NDVI aumentará até atingir valores próximos de 1 nas melhores condições. É possível que uma área do campo tenha alguns problemas específicos (infestação de ervas daninhas, doenças, pragas, problemas do solo...) que possam ser detetados com variações da NDVI. A figura 5 mostra o exemplo de um campo com muita heterogeneidade ao lado de um campo muito homogéneo.

Recomendação de fertilizante: Para utilizar o NDVI como instrumento de afinação do fertilizante é aconselhável ter uma pequena zona ou faixa sem deficiências de fertilizante como referência para o aspeto desejado. Uma zona sem plantas é também necessária como referência secundária. Uma vez conhecido o valor NDVI nestas duas referências, a medição do índice nas diferentes partes do campo é utilizada para calcular, por meio de modelos, a quantidade de fertilizante de que cada zona necessita.

Estimativa do rendimento: Uma vegetação abundante na nossa cultura pode estar relacionada com um bom rendimento. São necessários modelos específicos para este tipo de estimativa, pois por vezes a estimativa não é exacta, mas pode ser um bom indicador em grande escala se o modelo estiver bem ajustado às condições em que a medição é feita. A Figura 6 mostra um campo experimental onde a NDVI foi medida para estimar o rendimento de diferentes variedades.

Avaliação de danos em incêndios, inundações, etc. Quando uma catástrofe afeta todo o campo e destrói a planta inteira, o NDVI pode mostrar uma variação significativa para quantificar a extensão da perda de biomassa.

Monitorização das culturas por parte da administração: Os dados DUN são por vezes verificados com imagens de satélite, e algumas culturas ou terras em pousio podem ser distinguidas graças a índices de vegetação complementados com fotografias visíveis.



Figura 4. Drone com câmara para detetar NDVI no campo

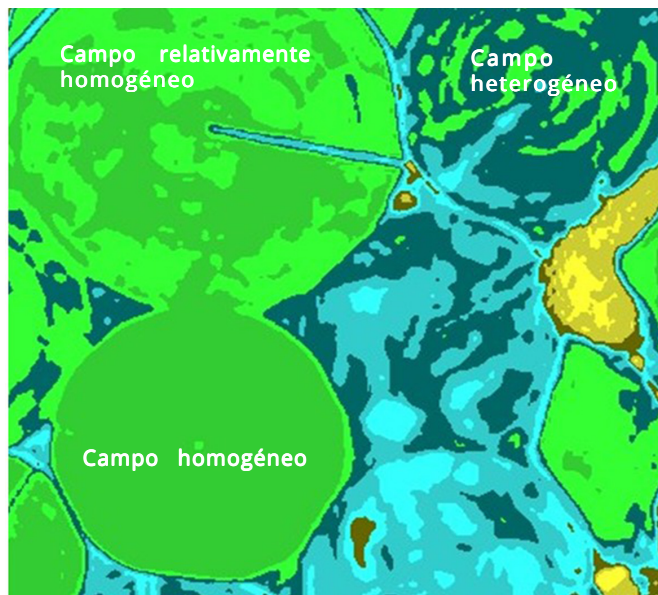


Figura 5. Exemplo de campo homogéneo e heterogéneo segundo dados de satélite

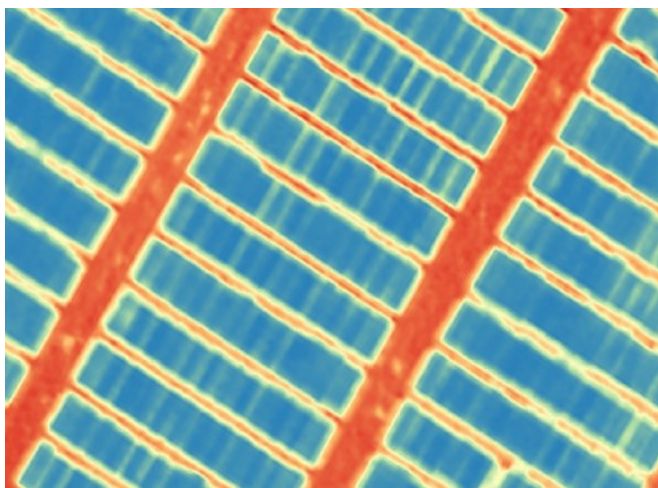


Figura 6. Exemplo de deteção de NDVI em parcelas experimentais para estimativa de rendimento

Limitações

Apesar de todas estas vantagens, a utilidade do NDVI tem certos limites:

É um indicador de vigor diferente, mas não das causas. A utilidade da verificação da uniformidade pode dar-nos uma ideia de quais as áreas que devemos amostrar ou visitar para ver qual é o problema, uma vez que a falta de vigor pode ser devida a múltiplas causas.

A recomendação de fertilizantes será sempre aproximada. O NDVI dá informações sobre a biomassa e o vigor da cultura, com as suas variações dentro do campo, mas não dá informações sobre o azoto no solo que poderá em breve estar disponível para as plantas. O modelo para o cálculo do fertilizante a aplicar tem sempre uma certa margem de erro acrescentada à falta de informação sobre o azoto no solo.

Dependência das condições ambientais. Em dias nublados, chuvosos ou de nevoeiro, não se podem obter dados de satélite. Da mesma forma, a chuva, nevoeiro ou vento excessivo podem limitar a recolha de dados por aeronaves ou drones.

Autores:
Dolors Villegas, José Miguel Soriano, Josep Anton Betbesé
 Culturas extensivas sustentáveis
 IRTA - Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias