Sviluppo Rurale
Lombardia
2023 - 2027

FRUTTOSO

# Misure non distruttive della qualità dei frutti

Giornata dimostrativa
11 ottobre 2026

**PROGETTO FRUTTOSO - *FRUTTicoltura di montagna: nuOve tecnologie per migliorare la competitività e la SOstenibilità delle aziende***

Finanziato dall'Unione europea
PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTE RADICI
Regione Lombardia

psr.regione.lombardia.it

# DA-METER

**Cos'è IL DA-Meter?** (Difference in Absorbance Meter)
Il DA-meter è uno strumento portatile che stima lo stadio di maturazione dei frutti attraverso una misura ottica superficiale della buccia, indirettamente correlata al contenuto di clorofilla. E' comunemente impiegato su specie climateriche (es. pera, mela, pesca, albicocca), nelle quali la degradazione della clorofilla è strettamente correlata all'avanzamento della maturazione.

→ Non sostituisce misure come il contenuto zuccherino o la durezza della polpa, ma fornisce un'informazione complementare per individuare il corretto momento di raccolta.

**Come funziona?**
Lo strumento misura **l'indice DA**, definito come la differenza di assorbanza (A) tra due lunghezze d'onda:
≈ 670 nm → massimo assorbimento da parte della clorofilla
≈ 720 nm → lunghezza d'onda di riferimento, poco influenzata dai cambiamenti legati alla maturazione
L'indice DA è quindi definito come: DA = A670 – A720



**Interpretazione dell'indice:**
Valori elevati di DA sono associati a un maggiore contenuto di clorofilla e a uno stadio di maturazione meno avanzato; durante la maturazione il valore dell'indice diminuisce progressivamente fino a raggiungere valori prossimi a 0 per frutti eccessivamente maturi per un utilizzo commerciale.

→ I valori possono variare in funzione di cultivar, condizioni pedoclimatiche e gestione agronomica.

**Applicazioni tecniche:**

- Definizione di finestre di raccolta ottimali
- Classificazione e selezione dei lotti per destinazione commerciale
- Gestione differenziata della conservazione
- Monitoraggio della maturazione durante la conservazione

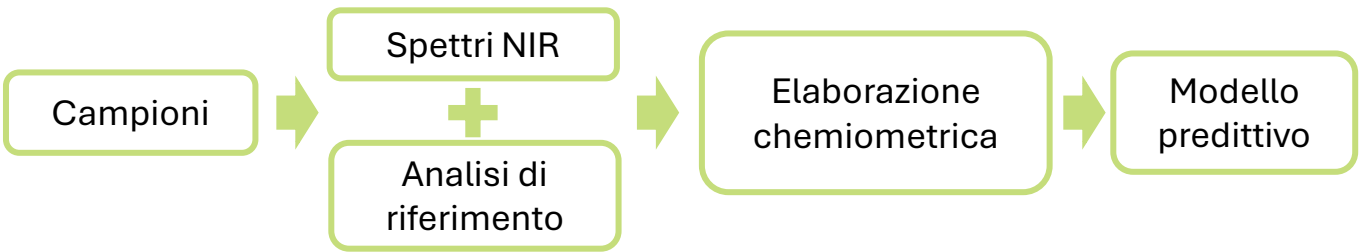
**Vantaggi**
- Misura rapida (< 1 secondo)
- Misura non distruttiva → stessa unità monitorabile nel tempo
- Misura quantitativa oggettiva
- Utilizzabile direttamente in campo

**Limiti**
- Non misura direttamente la qualità interna del frutto
- Dipende da specie e cultivar
- Sensibile alla posizione di misura sulla superficie del frutto

# Spettroscopia NIR

**Cos'è la spettroscopia NIR?**
La spettroscopia nel vicino infrarosso (NIR) è una tecnica che permette di analizzare in modo rapido e non distruttivo la composizione interna dei frutti.

**Principio di funzionamento**
La tecnica si basa sull'interazione tra la radiazione elettromagnetica nel vicino infrarosso (700–2500 nm) e la materia. Quando la radiazione colpisce un campione solido, come un frutto, viene in parte assorbita dai legami presenti nelle sue molecole, in particolare O-H, C-H e N-H, e in parte riflessa e diffusa, generando uno **spettro NIR**. Il NIR è una **tecnica indiretta**: non misura direttamente i parametri di interesse. Per ottenere le stime è necessario costruire modelli di calibrazione utilizzando campioni di riferimento, analizzati anche con metodi convenzionali di laboratorio. Una volta sviluppati e validati, i modelli consentono di effettuare predizioni rapide e non distruttive sui nuovi campioni.




**Cosa può valutare?** In funzione della calibrazione, il NIR consente di ottenere una valutazione indicativa di diversi parametri compositivi e qualitativi, tra cui contenuto zuccherino (°Brix), sostanza secca/umidità, acidità e altri parametri della polpa.

**Nella pratica: in campo,** la misurazione NIR può essere effettuata con uno strumento portatile, appoggiando la sonda al frutto e acquisendo lo spettro in pochi secondi, senza danneggiare il campione. Nei dispositivi portatili più recenti, i modelli predittivi sono integrati nello strumento e la stima dei parametri di interesse viene restituita in tempo reale su smartphone o tablet.



**Vantaggi**
- Analisi rapida (pochi secondi)
- Non distruttiva
- Multi-parametrica (più informazioni simultaneamente)
- Applicabile a grandi numeri di campioni

**Limiti**
- Dipendenza dalla qualità della calibrazione
- Sensibilità a fattori come cultivar, temperatura, caratteristiche del campione
- Necessità di modelli aggiornati e validati
- Accuratezza variabile in funzione del parametro analizzato

# NIRSBOX

**Cos'è la NIRSBOX?**




La NIRSBOX è uno strumento portatile per misure di spettroscopia ottica diffusa nel vicino infrarosso risolta nel tempo. Tale tecnica consente di effettuare misure non distruttive della polpa dei frutti, permettendo di distinguere i due fenomeni fisici che regolano la propagazione della luce all'interno dei frutti:

- l'**assorbimento**, legato alla presenza di pigmenti come clorofilla e antocianine;
- la **diffusione**, dovuta alla microstruttura cellulare.

**Come funziona?**



Utilizzando brevi, 100 ps, impulsi di luce a due lunghezze d'onda, 670 nm e 830 nm, rivelatori sensibili al singolo fotone e un'elettronica veloce è possibile determinare il tempo di volo dei singoli fotoni all'interno della polpa dei frutti. Quindi, mediante un opportuno modello fisico, vengono calcolati i coefficienti di **assorbimento** ($\mu_a$) e di **diffusione** ($\mu_s$) dei frutti. Successivamente, dai coefficienti calcolati è possibile ricavare rispettivamente il **contenuto di clorofilla** e la **struttura** dei frutti misurati.

**Interpretazione delle misure**

Il contenuto di clorofilla e la struttura della polpa dei frutti possono essere correlati allo **stadio di maturazione** degli stessi e, più in generale, alla **qualità dei frutti**. Tale correlazione dipende dalle specie e dalle cultivar considerate; per alcune di esse è inoltre possibile sviluppare **modelli matematici per prevedere** l'evoluzione della maturazione dei singoli frutti.

**Vantaggi**

- Strumentazione portatile
- Utilizzabile per misure sulla pianta
- Misura non distruttiva
- Misura accurata del contenuto di clorofilla della polpa del frutto
- Monitoraggio della maturazione durante la conservazione
- Migliore gestione dello stoccaggio e della distribuzione

**Limiti**

- Misura lenta (~1 frutto ogni 10 s)
- Post-processing per l'analisi dei dati necessario
- Correlazione complessa dei parametri misurati con la qualità dei frutti
- Modelli predittivi non sempre realizzabili