



Application Note AN-NIR-110

# Controllo qualità del succo di canna da zucchero

Determinazione multiparametrica entro un minuto mediante NIRS

La canna da zucchero (*Saccharum* spp.) è una coltura molto importante per l'economia globale. Viene spesso utilizzato come materia prima per la produzione di zucchero, alcool, lievito e altro.. Brix (°Brix), Pol (%), purezza del succo (%), zuccheri riduttori (%) e zuccheri totali recuperabili (Kg t<sup>-1</sup>) sono alcuni dei tanti parametri di controllo qualità (QC) che devono essere analizzati nella canna da zucchero succo.

Sono disponibili numerosi metodi basati su diverse

tecniche analitiche per il controllo della qualità del succo di canna da zucchero. Questi metodi possono richiedere molto tempo poiché il trattamento del campione è un prerequisito. Un'alternativa più rapida a questi altri metodi è la spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS). NIRS consente la determinazione simultanea di diversi componenti CQ, senza sostanze chimiche o preparazione del campione, in meno di un minuto.

## STRUMENTI DI ANALISI

Il succo di canna da zucchero è stato analizzato dal NIRS e sono stati raccolti un totale di 100 spettri per creare un modello di previsione per la quantificazione di diversi parametri QC. Tutti i campioni sono stati misurati con Metrohm NIRS DS2500 Liquid Analyzer (400–2500 nm) in modalità di trasmissione con DS2500 Holder Flow Cell (**Figura. 1**). In questo studio è

stata utilizzata una cella a flusso con lunghezza del cammino ottico di 1 mm. Questa cella di flusso è stata riempita tramite pompa peristaltica. Il pacchetto software Vision Air Complete di Metrohm è stato utilizzato per tutta l'acquisizione dei dati e lo sviluppo del modello di previsione.

**Tabella 1.** Panoramica delle apparecchiature hardware e software.

Strumento	Codice articolo
DS2500 Liquid Analyzer	2.929.0010
DS2500 Holder Flow cell	6.7493.000
NIRS quartz cuvette flow 1 mm	6.7401.310
Vision Air 2.0 Complete	6.6072.208





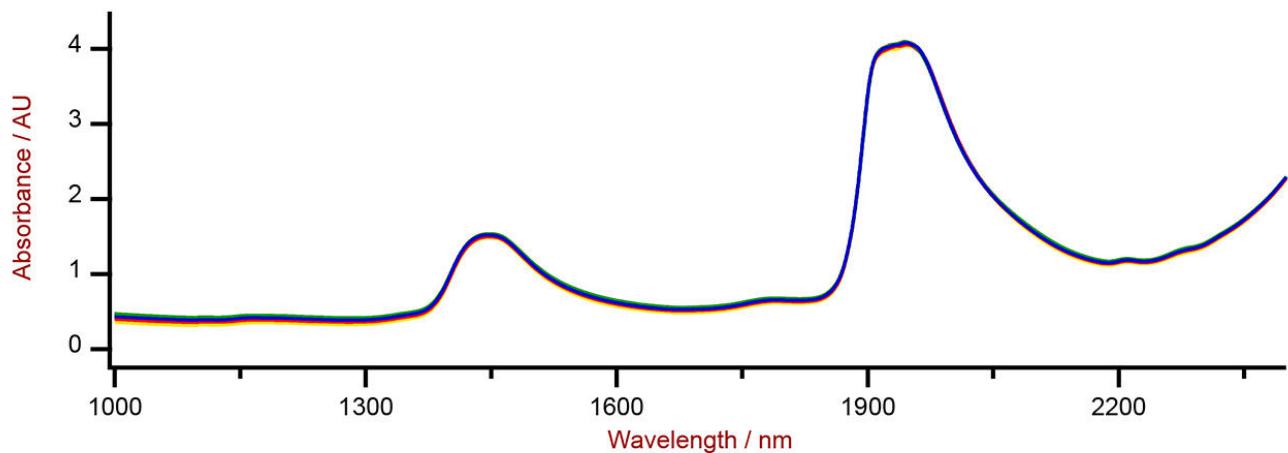
---

**Figure 1.** Metrohm NIRS DS2500 Liquid Analyzer e DS2500 Holder Flow Cell utilizzati per la determinazione rapida di numerosi parametri CQ nel succo di canna da zucchero.

## RISULTATO

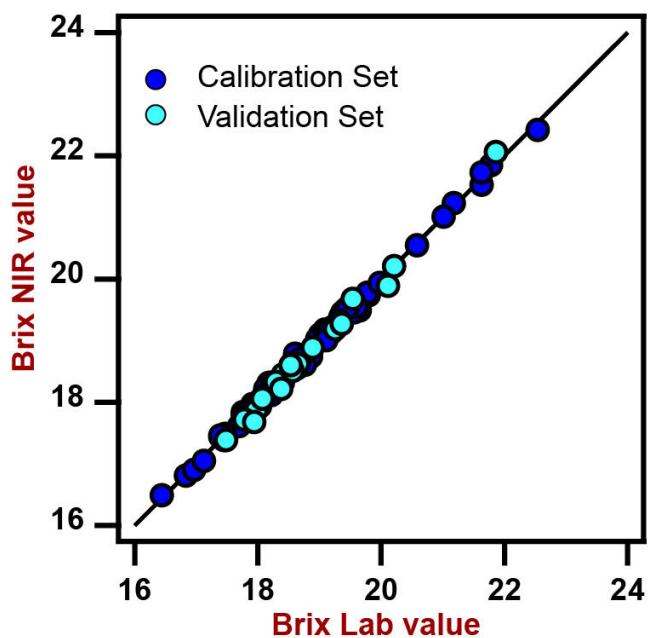
Gli spettri Vis-NIR ottenuti (**Figura 2**) sono stati utilizzati per creare un modello di previsione per la quantificazione di Brix ( $^{\circ}$ Brix), Pol (%), purezza del succo (%), zuccheri riducenti (%) e zuccheri totali recuperabili ( $\text{Kg t}^{-1}$ ). La qualità del modello di previsione è stata valutata utilizzando diagrammi di

correlazione che mostrano una correlazione molto elevata tra la previsione Vis-NIR e i valori di riferimento. Le rispettive figure di merito (FOM) mostrano la precisione prevista di una previsione durante l'analisi di routine (**Figure 3-8**).



**Figure 2.** Selezione di spettri Vis-NIR di campioni di succo di canna da zucchero analizzati su DS2500 Liquid Analyzer con una cella a flusso con lunghezza del cammino ottico di 1 mm.

## RISULTATO BRIX

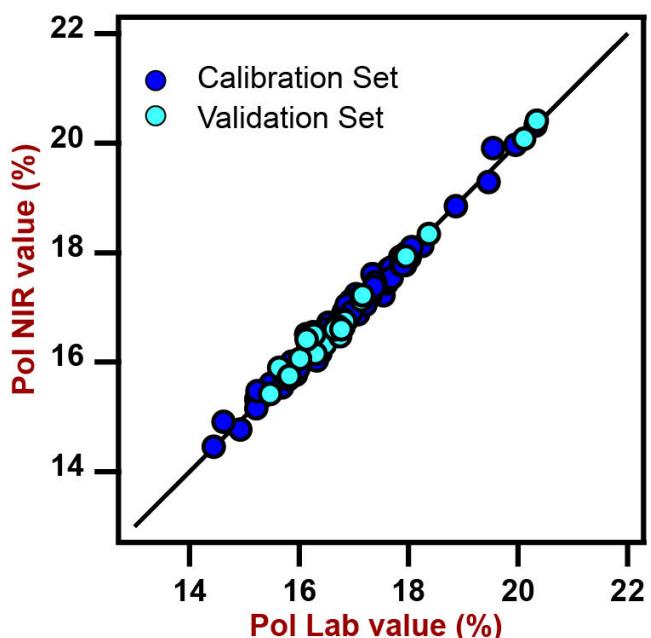


**Figure 3.** Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione di Brix nel succo di canna da zucchero utilizzando un DS2500 Liquid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati valutati utilizzando un riferitometro.

Figures of Merit	Value
$R^2$	0.9875

Standard Error of Calibration	0.1323 (°Brix)
Standard Error of Cross-Validation	0.1467 (°Brix)
Standard Error of Validation	0.138 (°Brix)

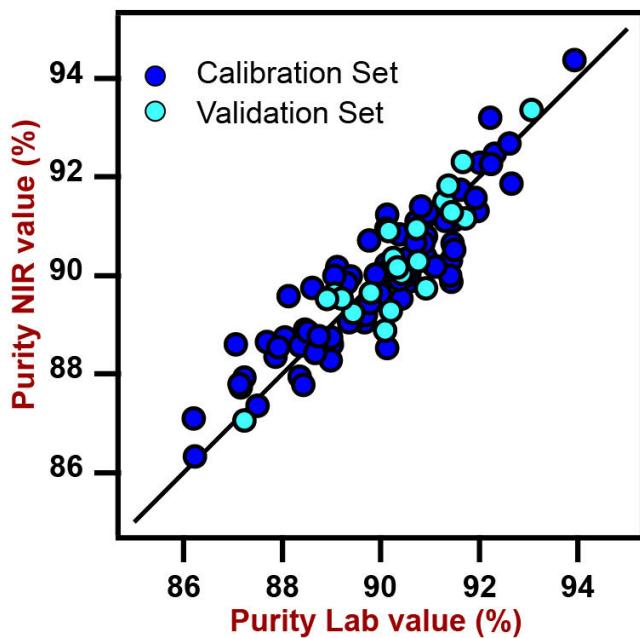
## RISULTATO POL



**Figure 4.** Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione di Pol nel succo di canna da zucchero utilizzando DS2500 Liquid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati calcolati dalla lettura del saccarosio, Brix e alcune costanti.

Figures of Merit	Value
$R^2$	0.9833
Standard Error of Calibration	0.1506%
Standard Error of Cross-Validation	0.1851%
Standard Error of Validation	0.1388%

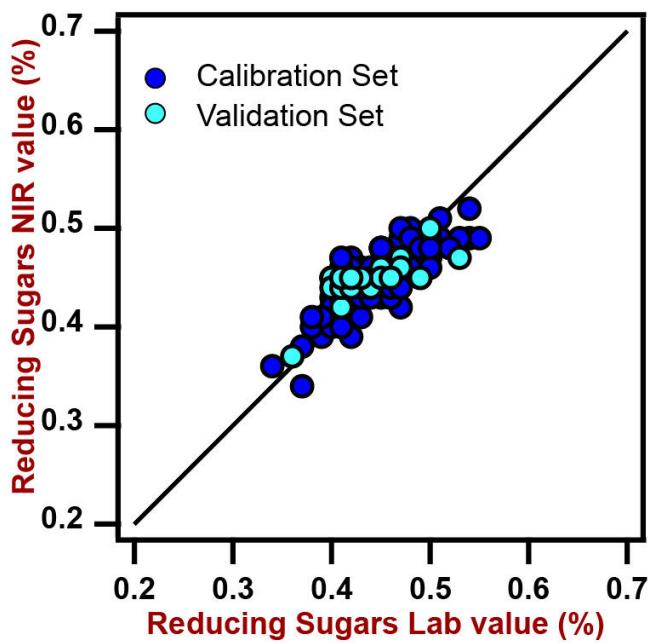
## RISULTATO DELLA PUREZZA



**Figure 5.** Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione della purezza del succo di canna da zucchero utilizzando DS2500 Liquid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati calcolati utilizzando i risultati delle determinazioni Pol e Brix: Purezza =  $100 \times (\text{Pol/Brix})$ .

Figures of Merit	Value
$R^2$	0.8194
Standard Error of Calibration	0.7202%
Standard Error of Cross-Validation	0.7596%
Standard Error of Validation	0.564%

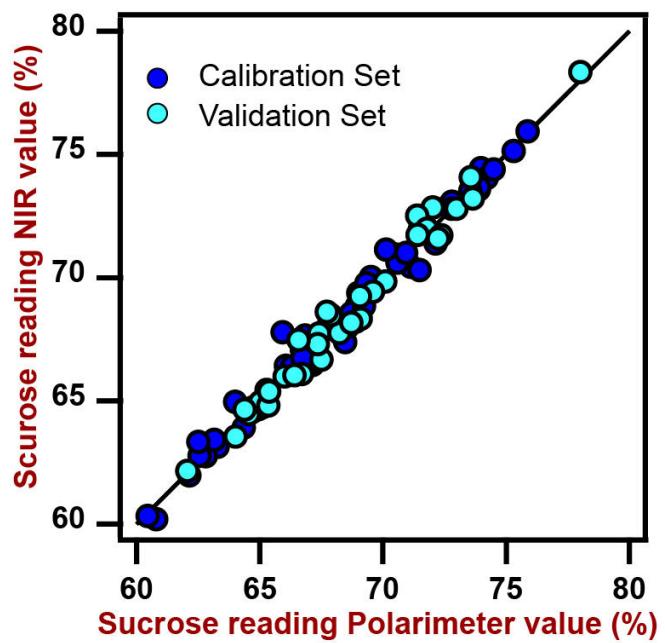
## RISULTATO RIDUCENDO GLI ZUCCHERI



**Figure 6.** Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione degli zuccheri riducenti nel succo di canna da zucchero utilizzando DS2500 Liquid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati misurati con cromatografia ionica (IC).

Figures of Merit	Value
$R^2$	0.6497
Standard Error of Calibration	0.0263%
Standard Error of Cross-Validation	0.0291%
Standard Error of Validation	0.0249%

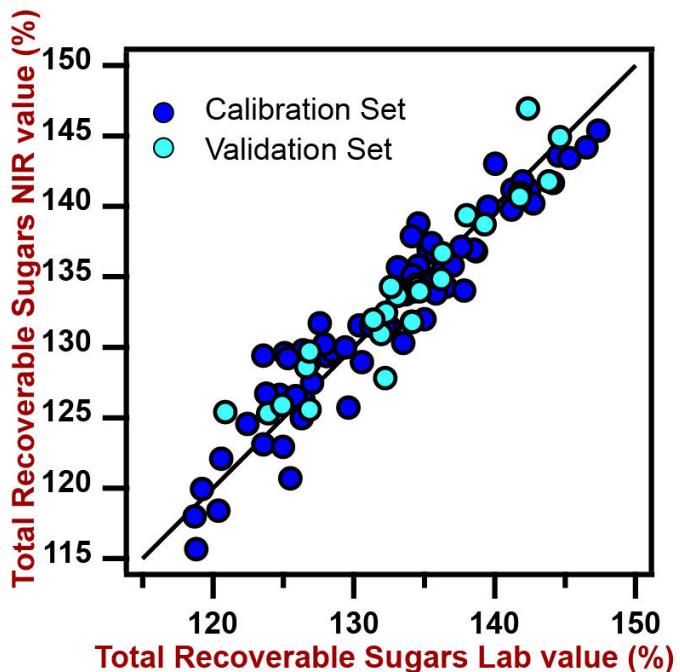
## RISULTATO DEL SACCAROSIO



**Figure 7.** Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione della lettura del saccarosio nel succo di canna da zucchero utilizzando DS2500 Liquid Analyzer. valori di laboratorio sono stati valutati con un polarimetro.

Figures of Merit	Value
$R^2$	0.9911
Standard Error of Calibration	0.5388%
Standard Error of Cross-Validation	0.6604%
Standard Error of Validation	0.497%

## RISULTATO DEGLI ZUCCHERI RECUPERABILI TOTALI



**Figure 8.** Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione degli zuccheri totali recuperabili nel succo di canna da zucchero utilizzando DS2500 Liquid Analyzer. valori di laboratorio sono stati valutati utilizzando Pol e valori di zuccheri riducenti: TRS =  $(9,5263 \times \text{Pol}) - (9,05 \times \text{RS})$ .

Figures of Merit	Value
$R^2$	0.9463
Standard Error of Calibration	2.2985%
Standard Error of Cross-Validation	2.5118%
Standard Error of Validation	1.9074%

## CONCLUSIONE

Questa Application Note dimostra la possibilità di determinare Brix, Pol, purezza del succo, zuccheri riducenti e zuccheri totali recuperabili nel succo di canna da zucchero con la spettroscopia NIR. La

spettroscopia Vis-NIR consente un'alternativa rapida e altamente accurata ad altri metodi standard (**Tabella 2**). Non è richiesta alcuna preparazione del campione e i risultati vengono forniti in meno di un minuto.

**Tabella 2.** Tempo per ottenere una panoramica dei diversi parametri di controllo della qualità tipicamente misurati nel succo di canna da zucchero.

Parametro	Metodo	Tempo del risultato
Brix	Refractometer	1 min
Pol	Calcolato da Pol e Brix, nonché dall'applicazione di alcune costanti	10 min preparazione del campione (chiarificazione e filtrazione) + 1 min polarimetro + 1 min rifrattometro
Purity	Calcolato da Pol e Brix	Purezza = $100 \times (\text{Pol}/\text{Brix})$
Reducing sugars (RS)	Cromatografia ionica	10 min di preparazione del campione (chiarificazione e filtrazione) + 40 min IC
Sucrose reading	Polarimetro	10 min di preparazione del campione (chiarificazione e filtrazione) + 1 min di polarimetro
Total recoverable sugars (TRS)	Calcolato da Pol e zuccheri riducenti	$\text{TRS} = (9.5263 \times \text{Pol}) - (9.05 \times \text{RS})$

Internal reference: AW NIR CH-0073-042023

## CONTACT

Metrohm Italiana Srl  
Via G. Di Vittorio, 5  
21040 Origgio (VA)

info@metrohm.it

## CONFIGURAZIONE



### DS2500 Liquid Analyzer

Robusta spettroscopia nel vicino infrarosso per il controllo qualità in laboratorio e in campo produttivo.

Il DS2500 Liquid Analyzer è la soluzione comprovata e flessibile per l'analisi di routine di sostanze solide, creme ed eventualmente anche liquidi lungo tutta la catena produttiva. Il design robusto rende il DS2500 Liquid Analyzer insensibile a polvere, umidità e vibrazioni e quindi ideale per l'utilizzo in ambienti di produzione difficili.

Il DS2500 Liquid Analyzer copre l'intero intervallo spettrale da 400 fino a 2500 nm, riscalda i campioni fino a 80 °C ed è compatibile con diversi vial monouso e cuvette in quarzo. Essendo quindi adattabile alle proprie personali esigenze in base al campione, il DS2500 Liquid Analyzer vi aiuta a ottenere risultati precisi e riproducibili in meno di un minuto. Con l'ausilio del riconoscimento del supporto del campione integrato e del software Vision Air intuitivo l'utente ha la garanzia di un uso sicuro e semplice.

In caso di quantità più grandi di campioni, è possibile aumentare notevolmente la produttività mediante l'impiego di celle di flusso in combinazione con un robot per campioni Metrohm.