



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

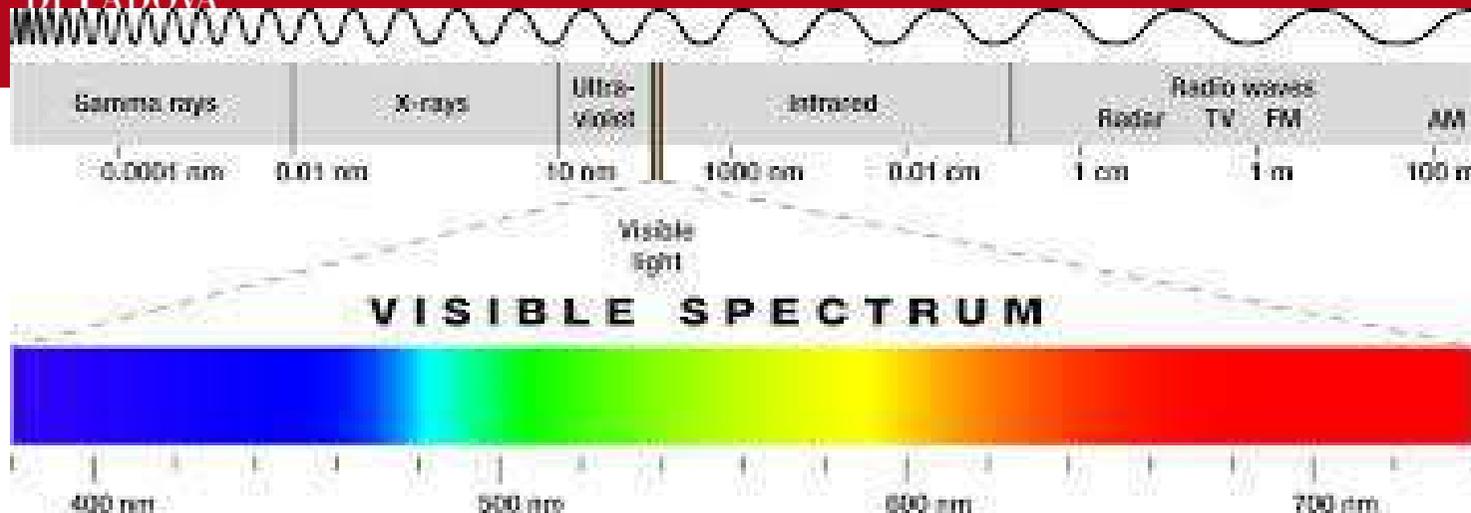
Applicazioni NIR in campo: limiti e opportunità

Paolo Berzaghi
Università di Padova

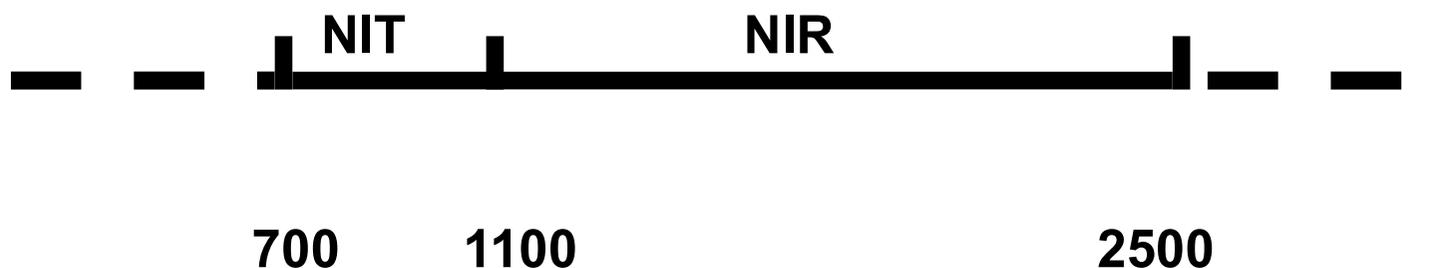


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Spettro elettromagnetico

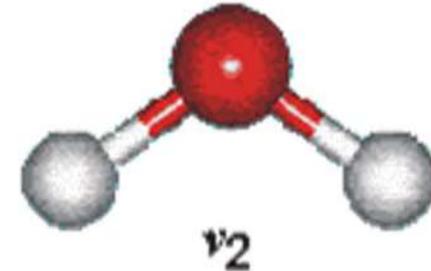
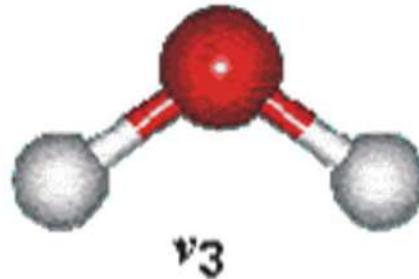
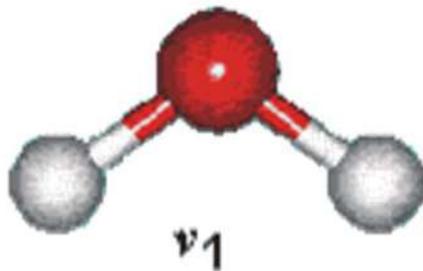


Regione	Caratteristiche	Lunghezza d'onda (nm)
Near Infrared (NIR)	Combinazioni e Overtones	700-2500
Middle Infrared (MIR)	Vibrazioni fondamentali	2500- 5×10^4
Far Infrared (FIR)	Rotazioni	5×10^4 - 10^6





Acqua



	nm	wavenumber	effect
Mid - Infrared	6079	1645	ν_2 , bend
	3052	3277	ν_1 , symmetric stretch
	2865	3490	ν_3 , asymmetric stretch
NIR	1901	5260	$a\nu_1 + \nu_2 + b\nu_3$; $a+b=1$
	1471	6800	$a\nu_1 + b\nu_3$; $a+b=2$
	1200	8330	$a\nu_1 + \nu_2 + b\nu_3$; $a+b=2$
Short wave - NIR	970	10310	$a\nu_1 + b\nu_3$; $a+b=3$
	836	11960	$a\nu_1 + \nu_2 + b\nu_3$; $a+b=3$
	739	13530	$a\nu_1 + b\nu_3$; $a+b=4$



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Bande primarie

C-H

2300-2350 nm

Grassi

Amido

Fibra

Zuccheri

N-H

2100-2200 nm

Proteine

Aminoacidi

O-H

1900-2000 nm

Acqua

Alcool

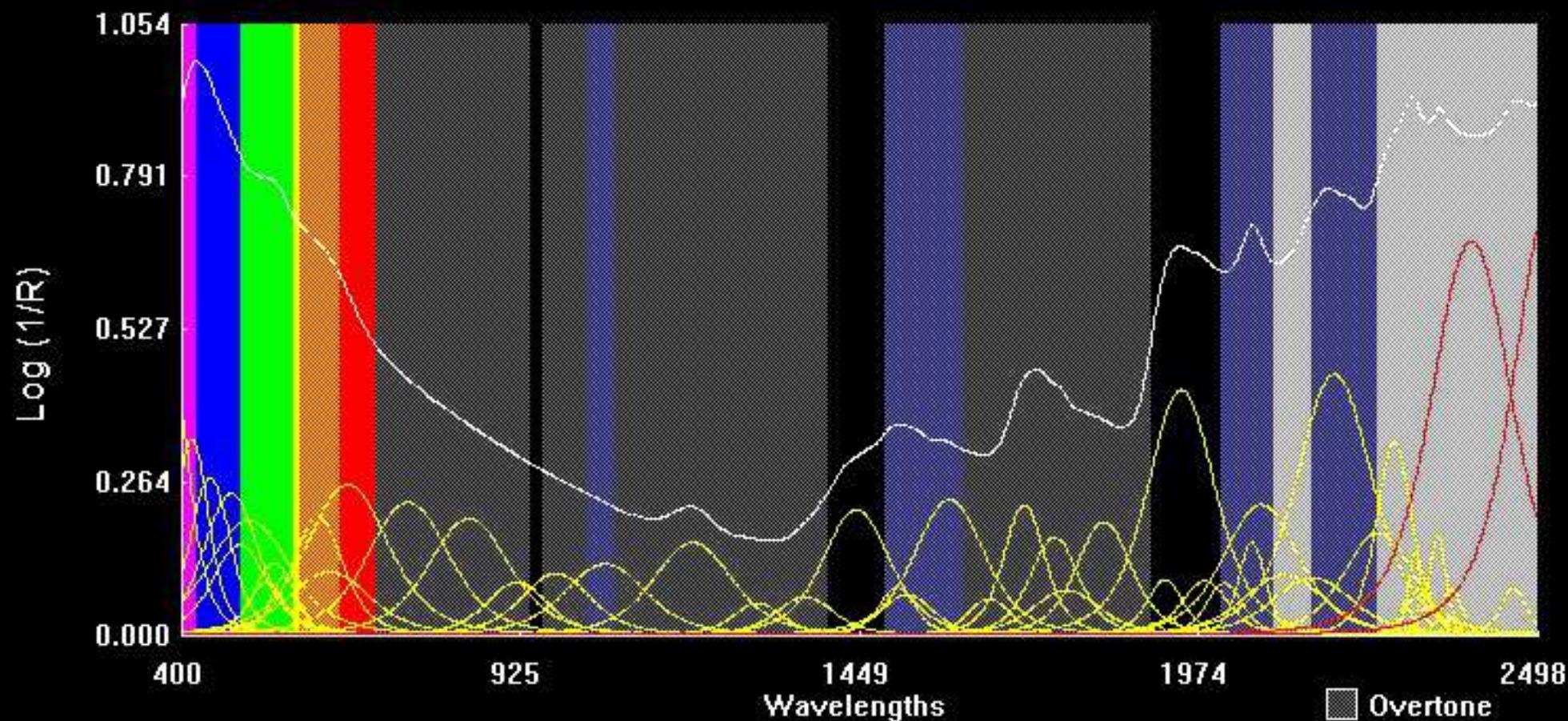
Zuccheri



Percent Complete: _____

Cursor off Zoom off Find Peaks Composite Clear Close Exit

Position 1 Sample number 1



- Overtone
- O-H
- N-H
- Combination

Infrasoft International, LLC



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Pilastri delle applicazioni NIR

A

one

Strum

zione





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Pilastrì delle applicazioni NIR

Strumento

- Intervallo spettrale
- Segnale/rumore
- Riproducibilità
- Linearità
- Risoluzione ottica
- Tempo di scansione
- Dimensioni/peso
- Presentazione del campione
- ...



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Strumenti NIR specifici per diverse applicazioni



© Can Stock Photo

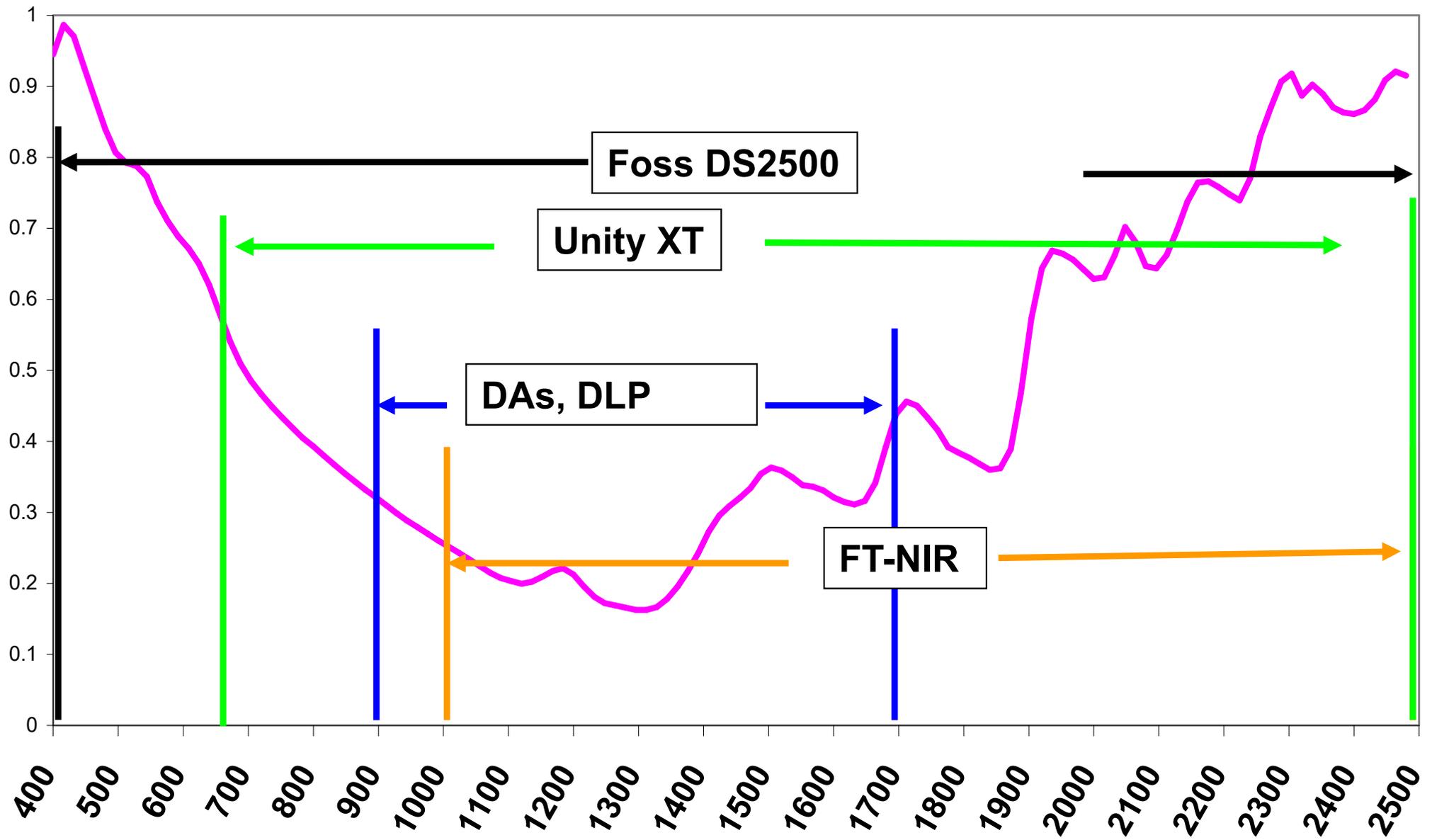
Laboratorio

- Strumentazione sofisticata (ampio intervallo spettrale),
- Ambiente controllato
- I campioni vengono solitamente essiccati e macinati
- Bassa concentrazione ($>0,1\%$)
- Molto accurato
- Tecnici di laboratorio formati



On Farm:

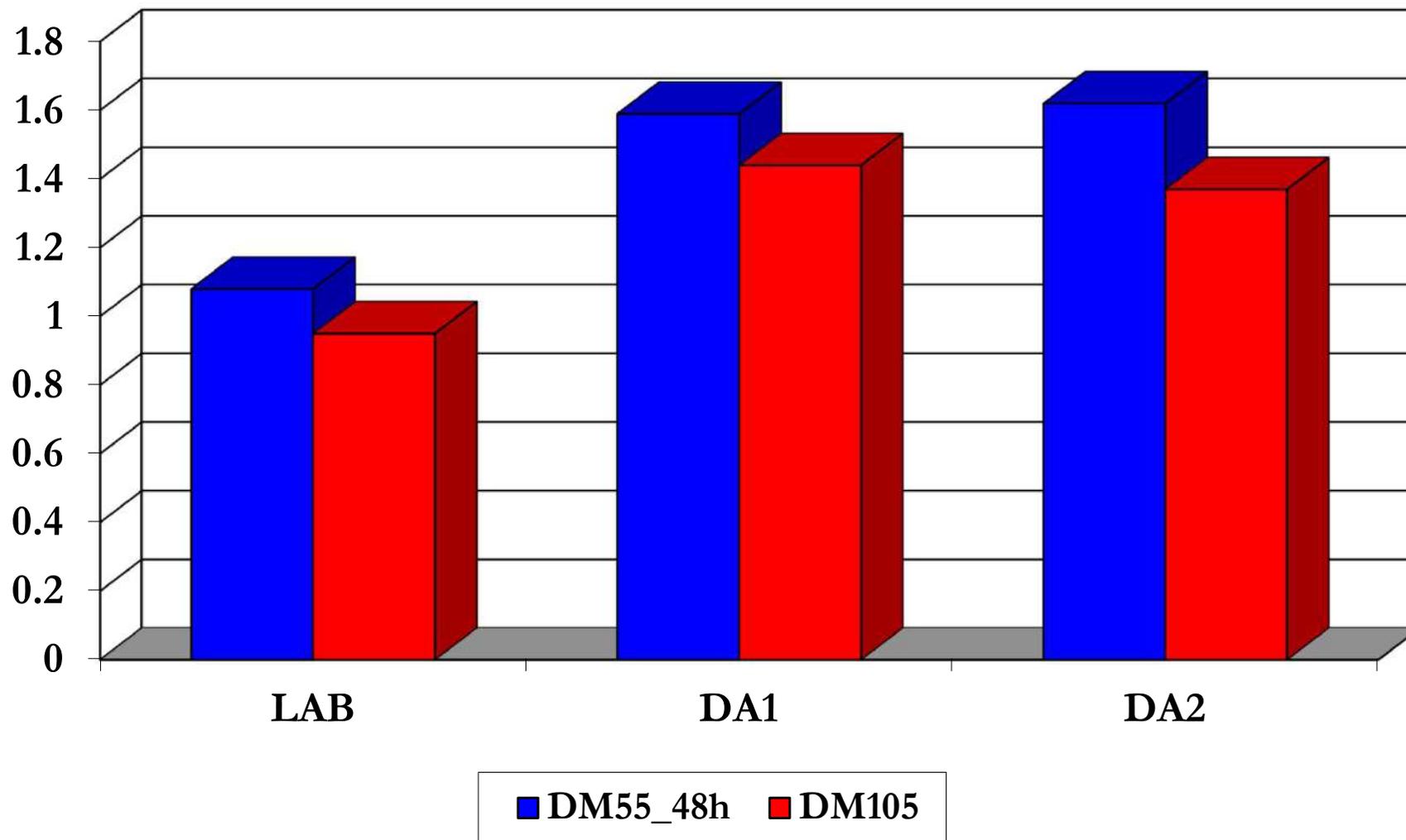
- Piccolo, leggero e portatile robusto per l'ambiente agricolo
- Di solito con una gamma spettrale limitata
- Campione non preparato (Tal Quale)
- Analisi istantanea «on site» (Precision Feeding)
- Accurato, con limiti dovuti alle condizioni d'uso
- Utenti (agricoltore, nutrizionista, consulente)





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Errore di predizione della Sostanza Secca in Insilati

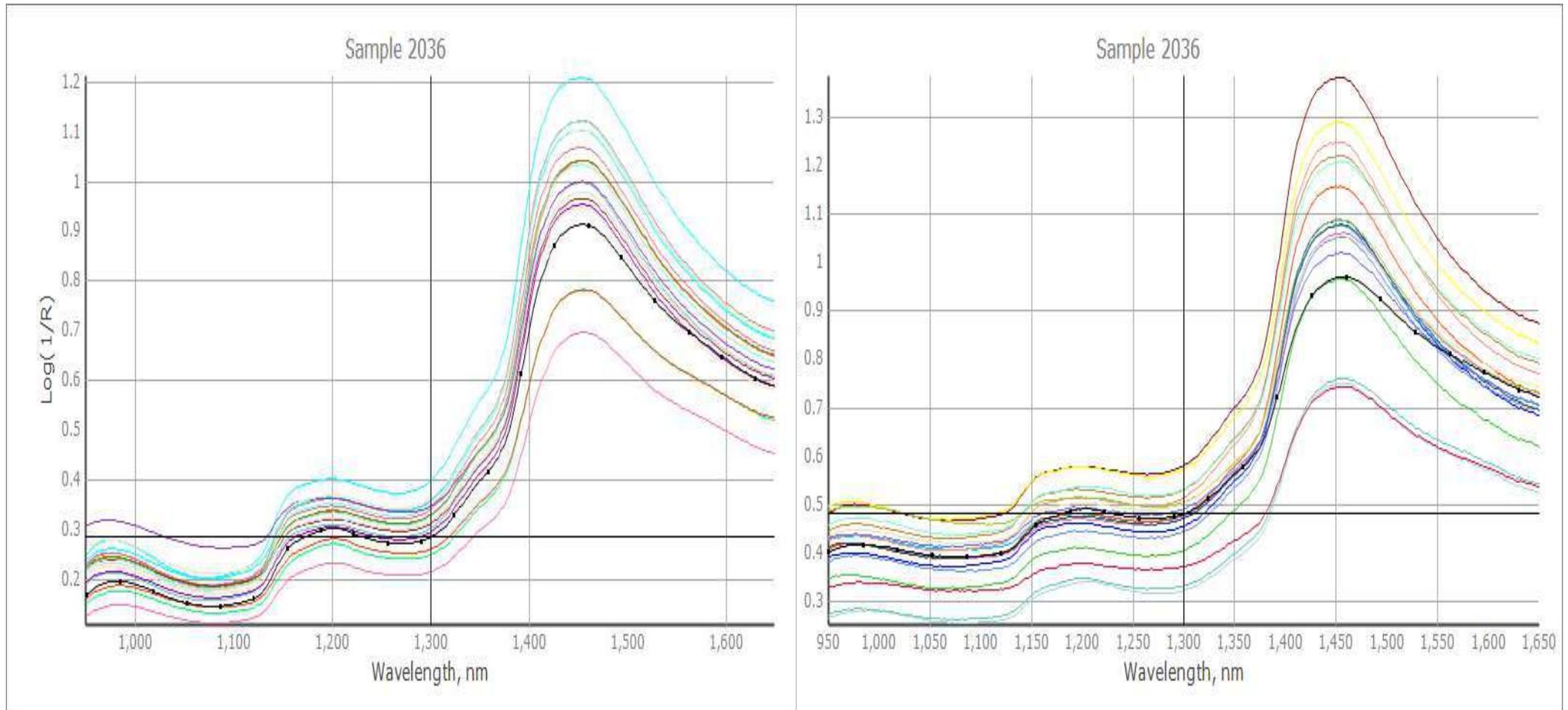




Trinciato di Mais

Sensor A

Sensor B

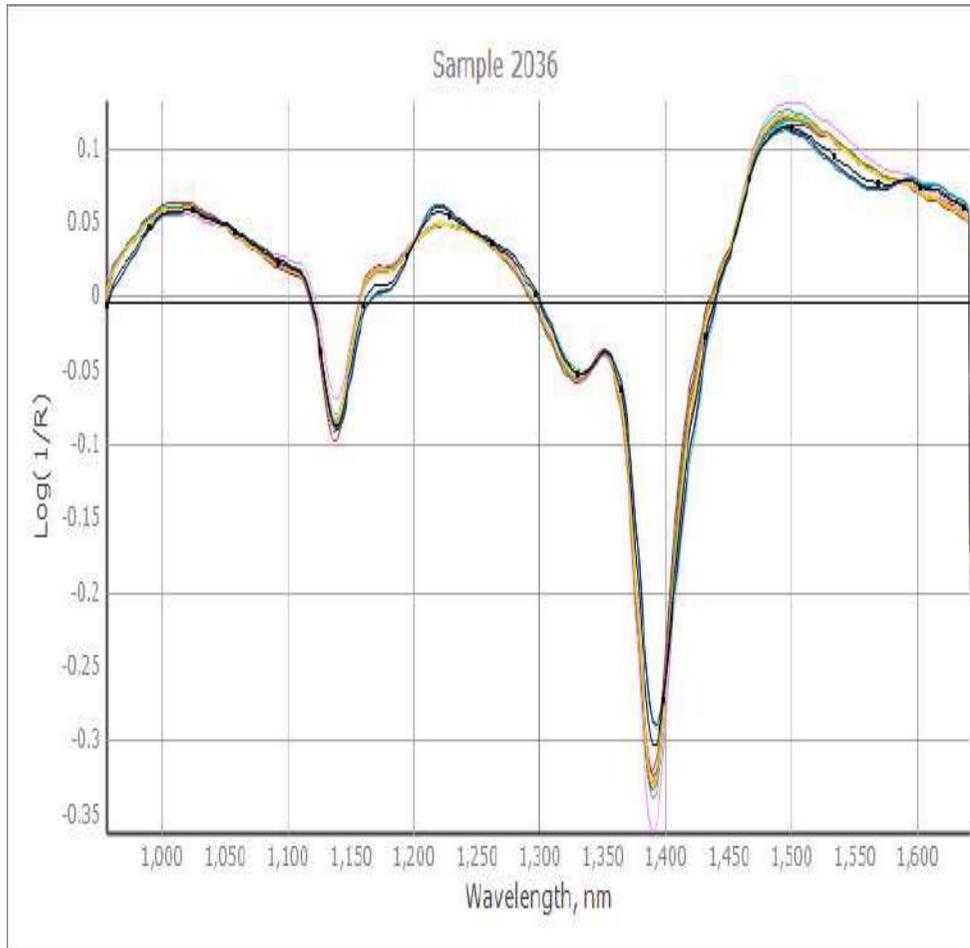




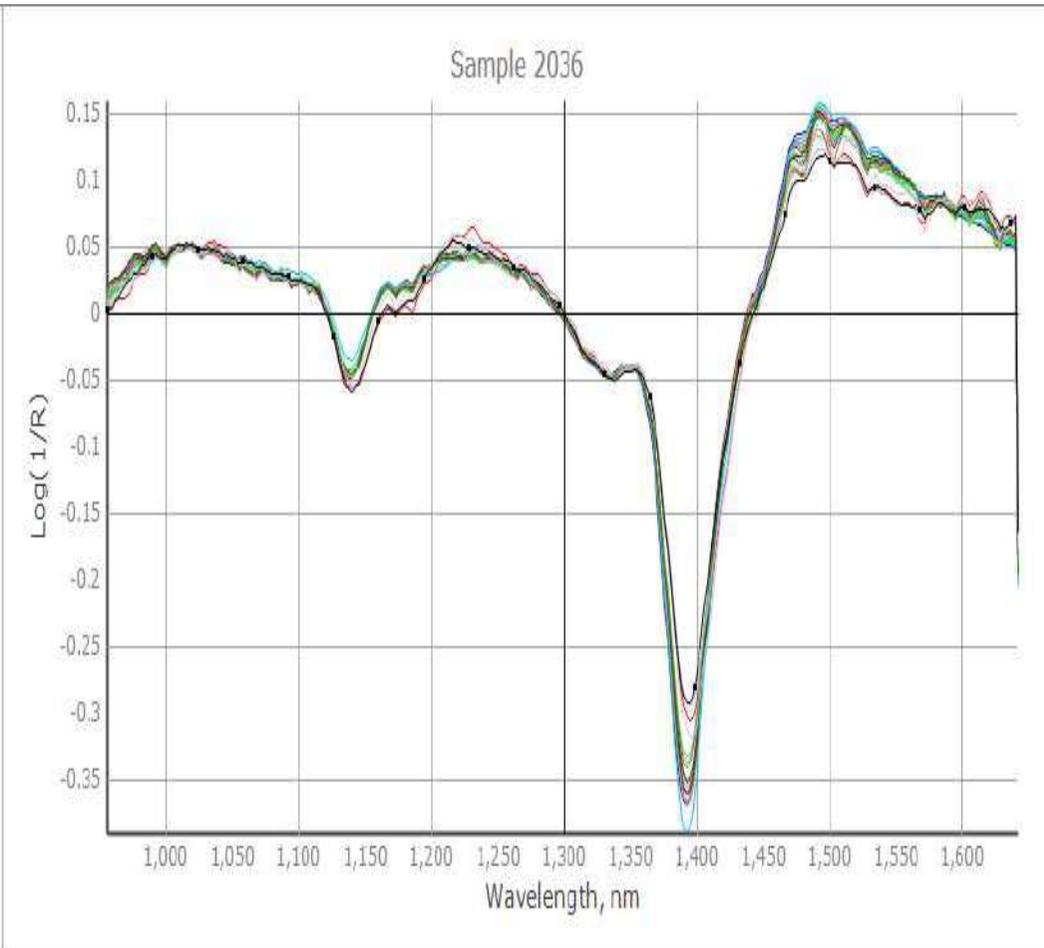
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Trinciato di Mais (Der 1)

Sensor A



Sensor B





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI

Confronto fieno di Medica



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Computers and Electronics in Agriculture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/compag



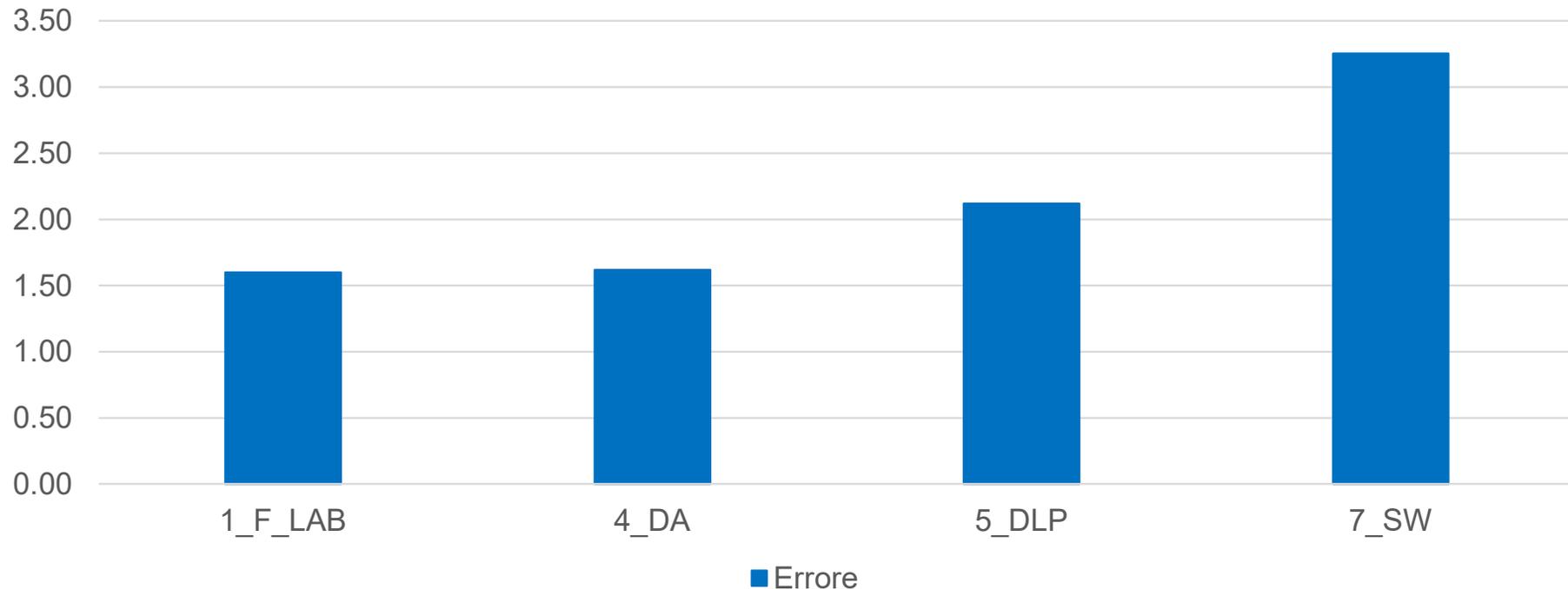
Original papers

Prediction performance of portable near infrared reflectance instruments using preprocessed dried, ground forage samples

P. Berzaghi ^{a,*}, J.H. Cherney ^b, M.D. Casler ^c



Errore di predizione





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Valuazione deegli strumenti

Strumento

Gli strumenti da laboratorio hanno ottime prestazioni, I portatili sono leggermente meno accurati

Ma.....

In condizioni di laboratorio e utilizzato da tecnici esperti il portatile può avere ottime prestazioni



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Pilastrì delle applicazioni NIR

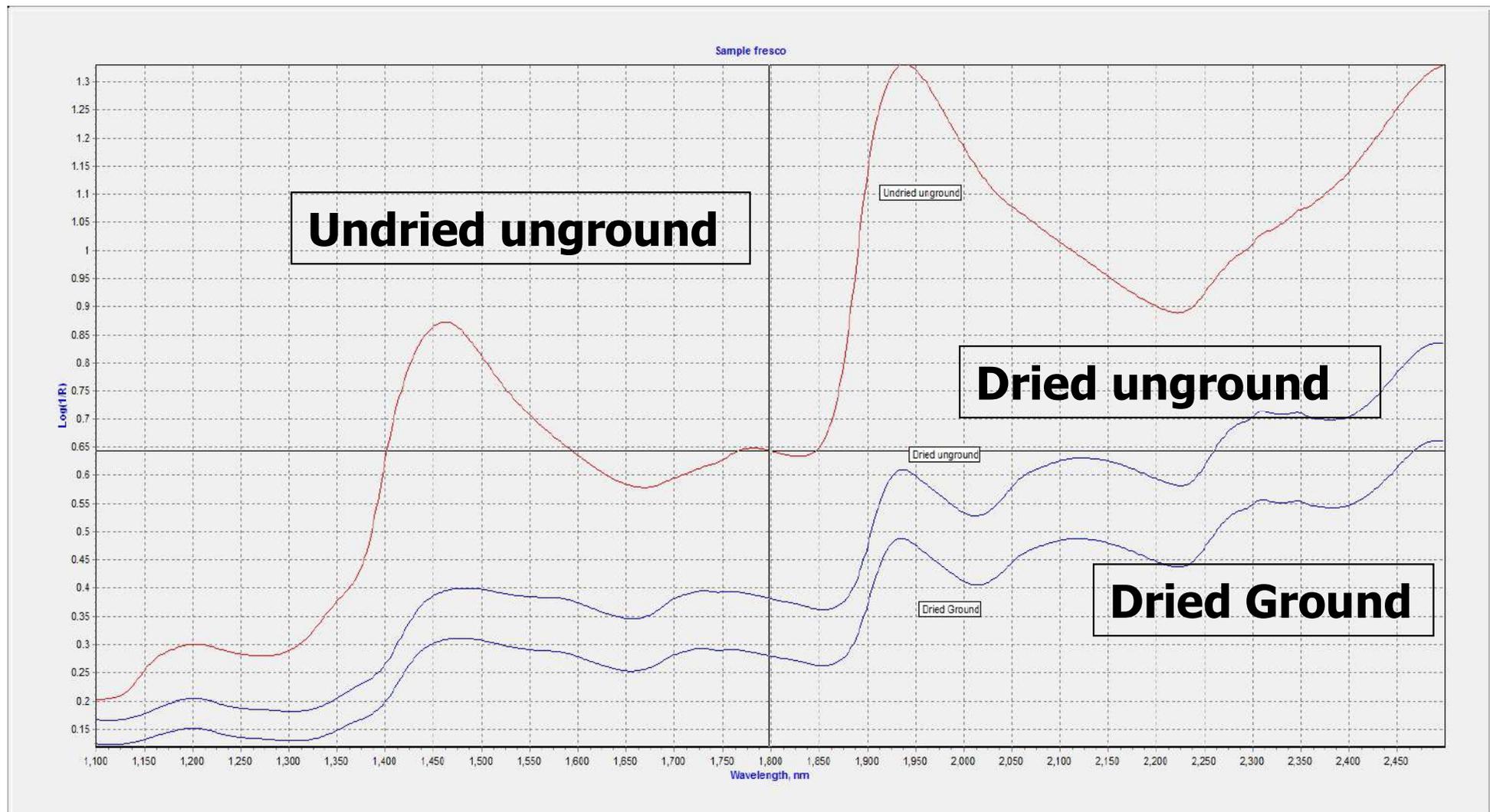
**Preparazione
e
presentazione
del campione**

- Tal Quale/essiccato
- Dimensioni particelle
- Omogeneità
- Scansione rappresentativa del prodotto
- .
- .



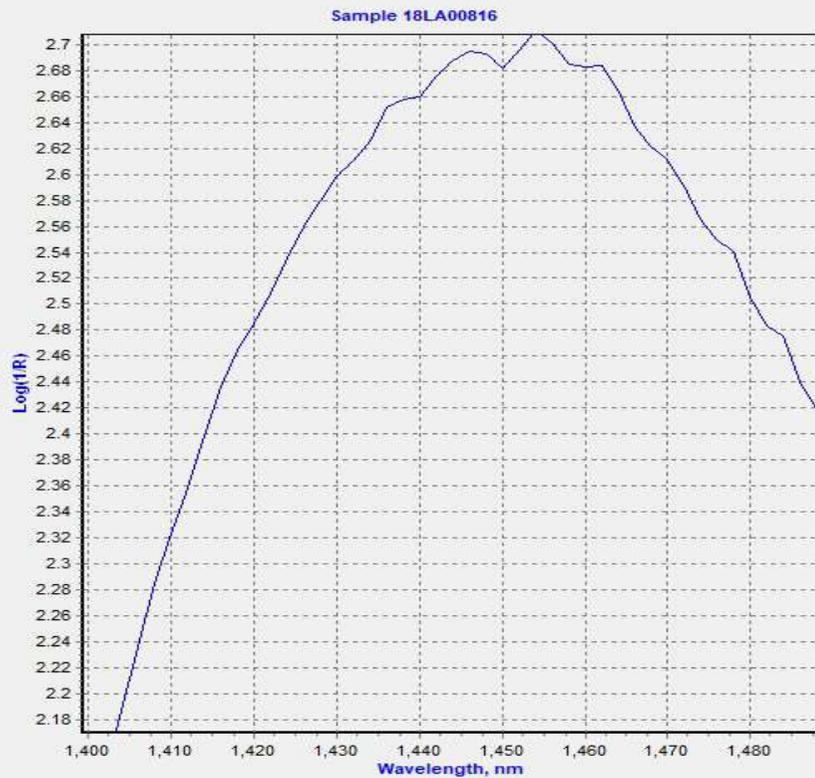
Analisi NIR On-farm

L'acqua copre molte informazioni

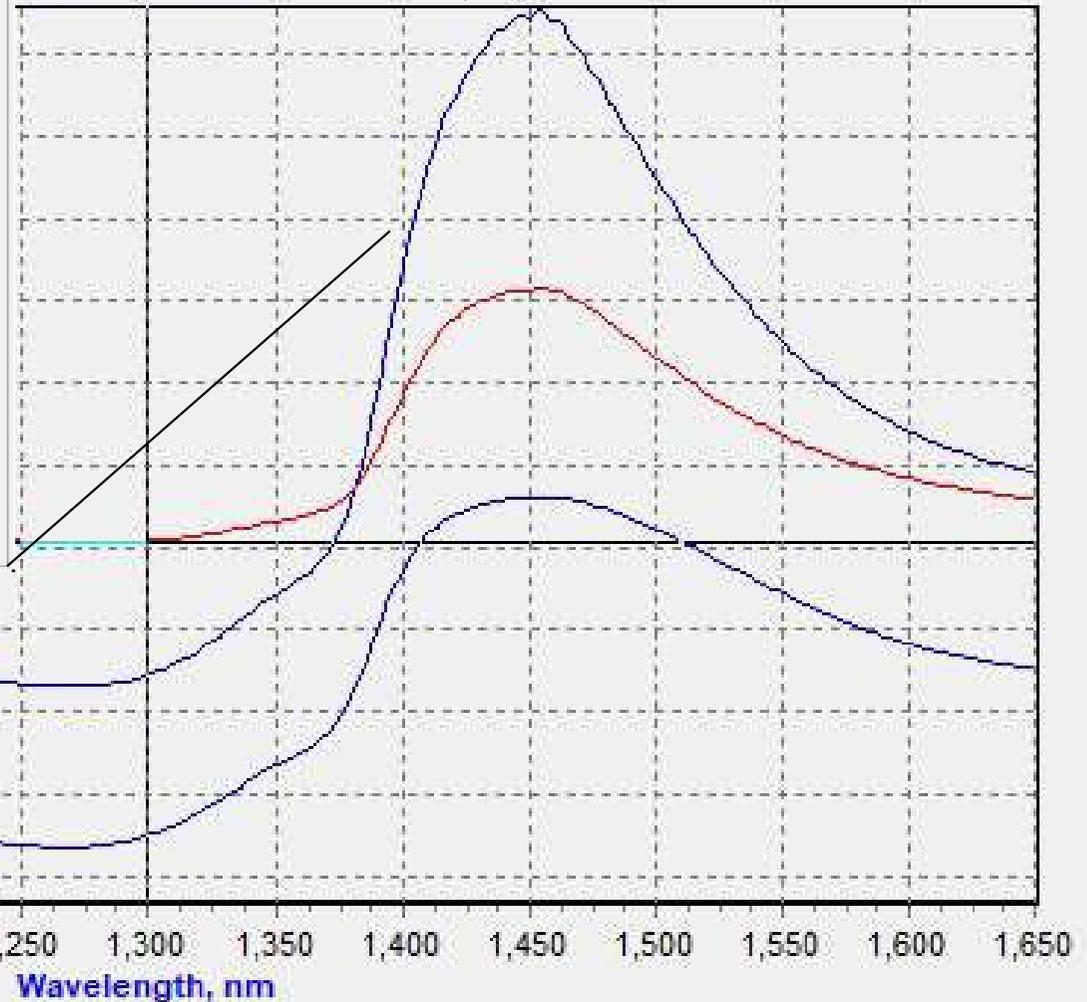




Umidità alta...alta assorbanza



Sample 18LA00816

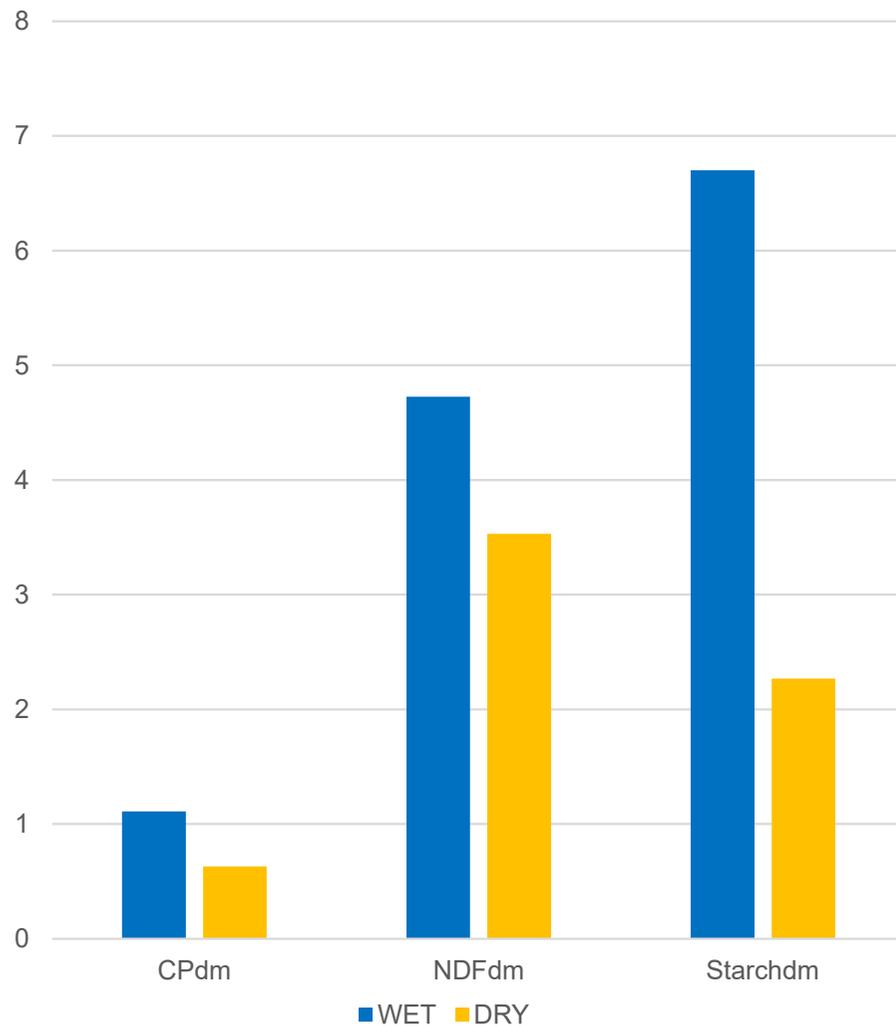




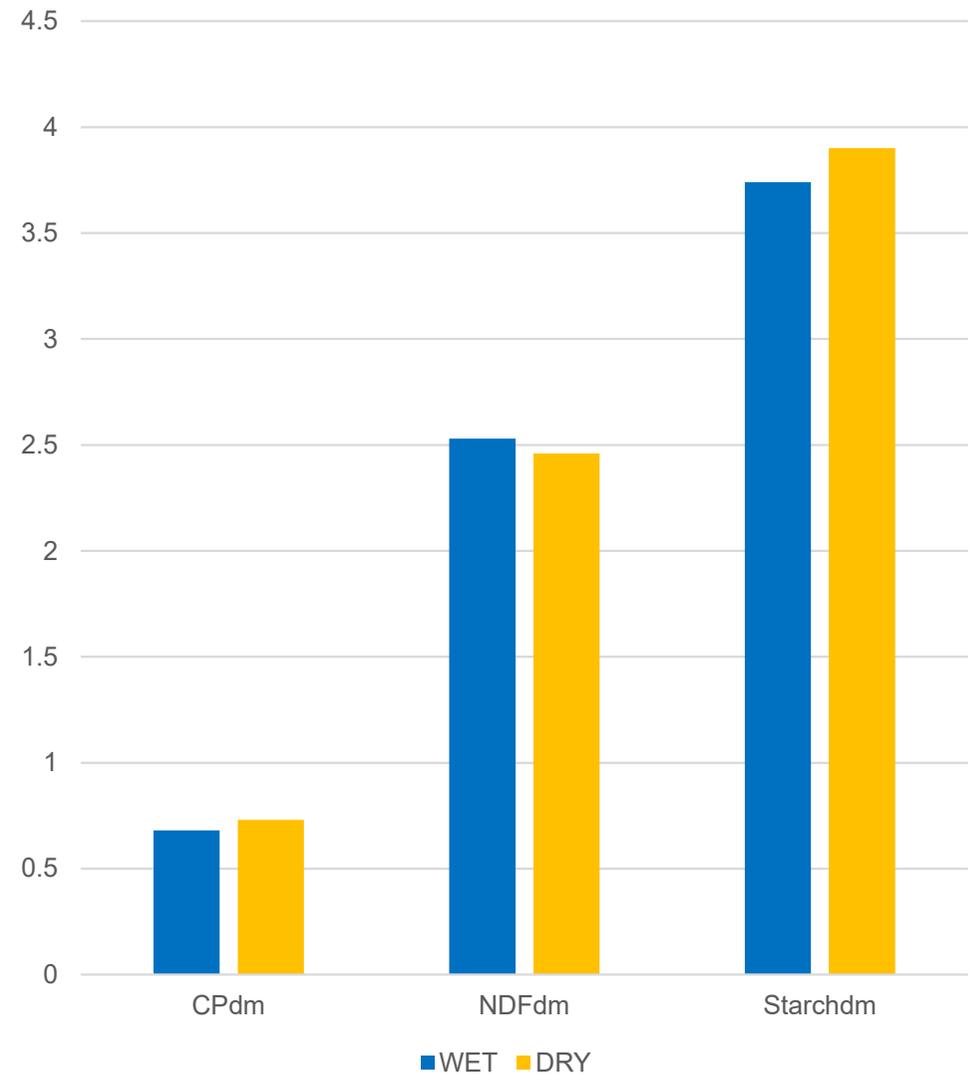
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Effetto del contenuto di acqua

Trinciato di mais: SEP %DM

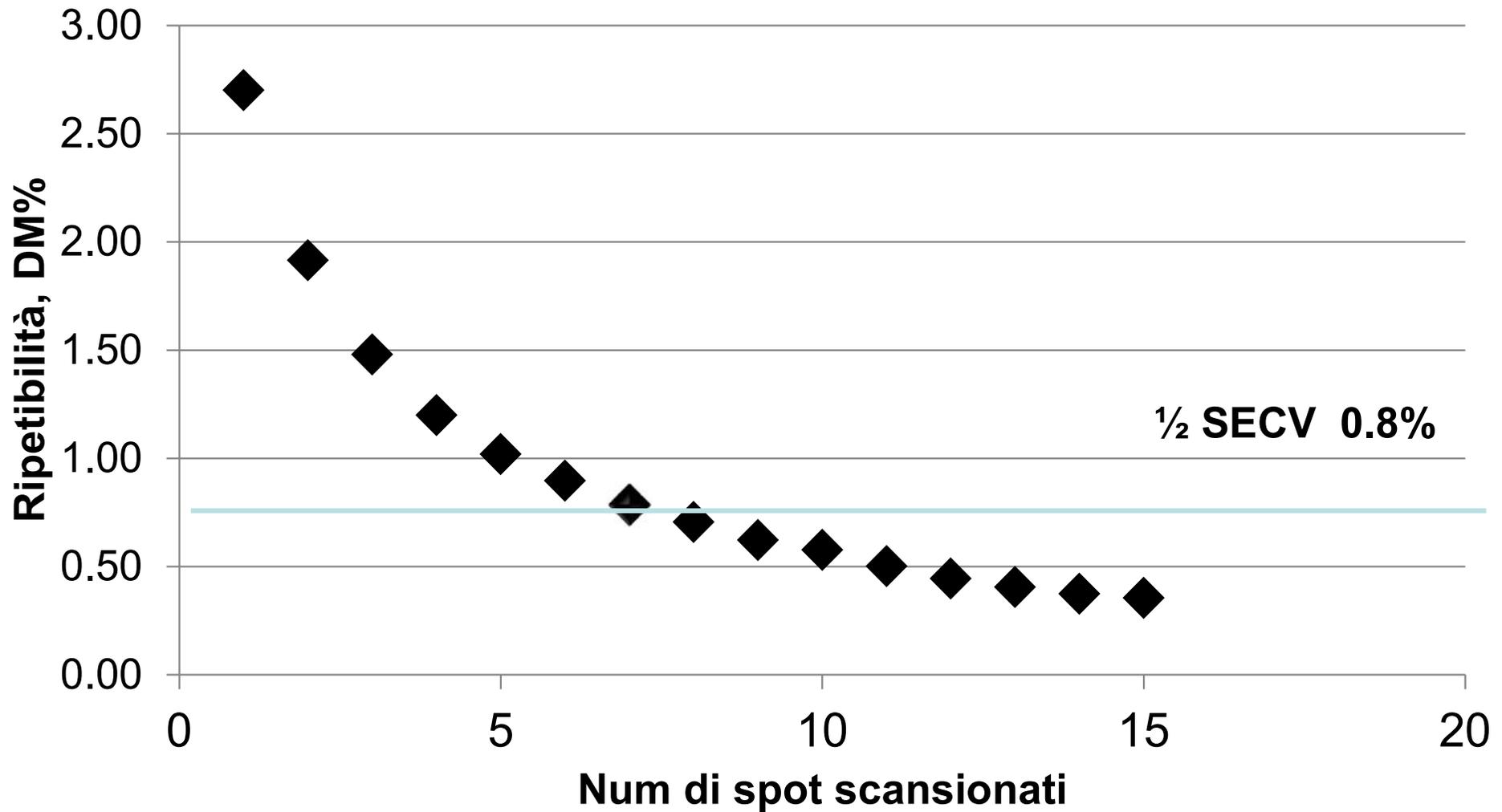


Pastone: SEP %DM





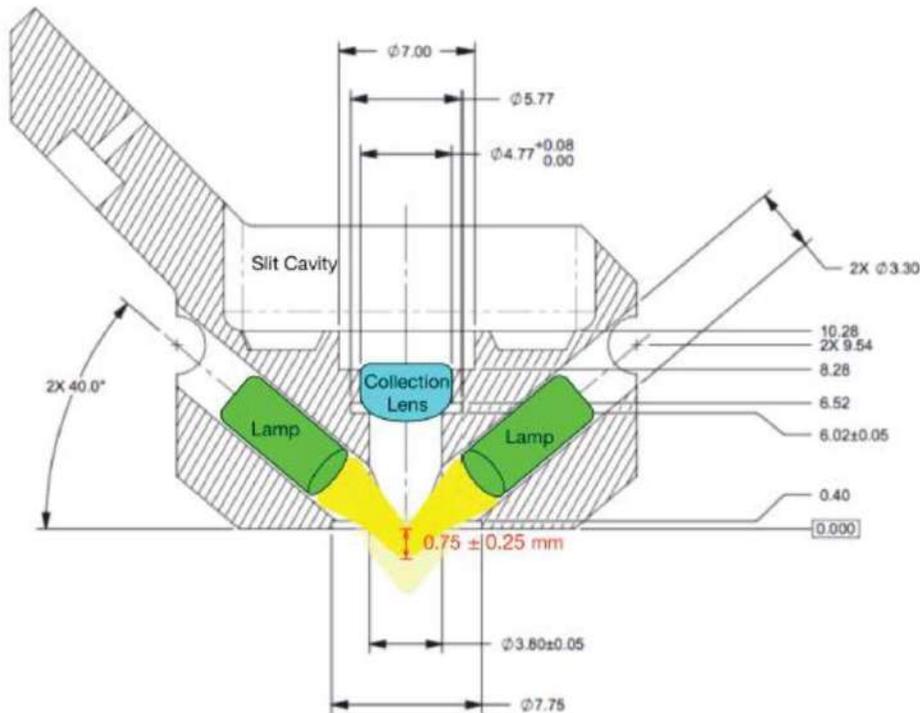
Scansionare un'ampia superficie per un'ottima ripetibilità





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

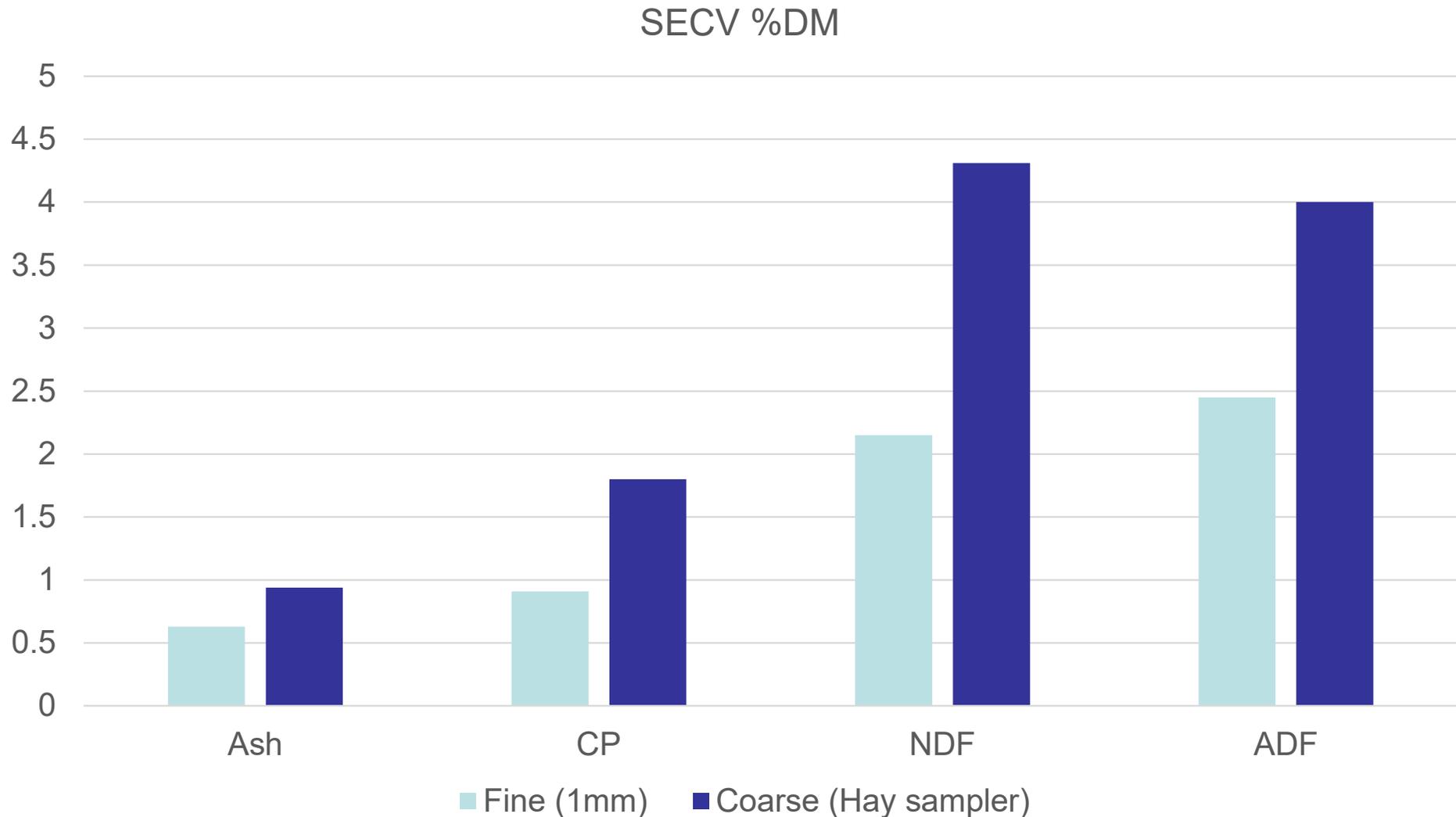
Spot di lettura molto piccolo



Il punto di illuminazione di 3,8 mm \varnothing , a $<0,75$ mm dalla finestra di scansione, il campione DEVE essere in contatto.



Dimensioni particellari fieno





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Stratificazione dell'Unifeed



Porzione superiore



Porzione inferiore

**NDF -2.7 %DM
CP +1.1 %DM**

Berzaghi & Benozzo, 2017

Research Paper

Evaluation of four NIR spectrometers in the analysis of cattle slurry



Giovanni Cabassi ^{a,*}, Daniele Cavalli ^b, Roberto Fuccella ^a,
Pietro Marino Gallina ^b

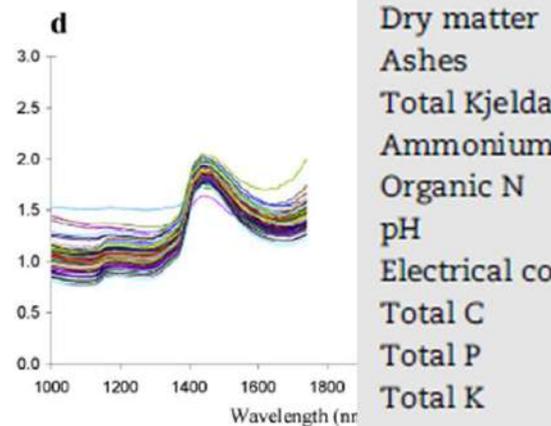
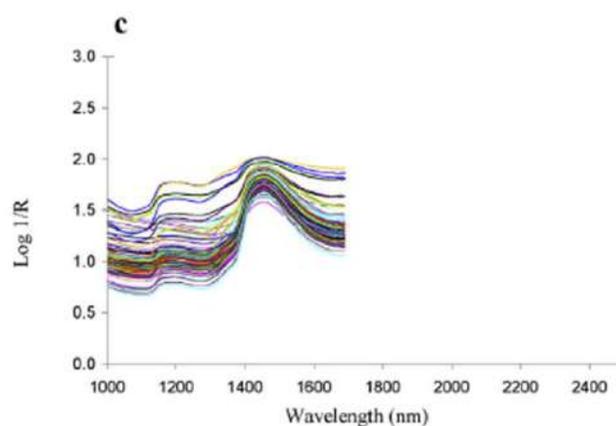
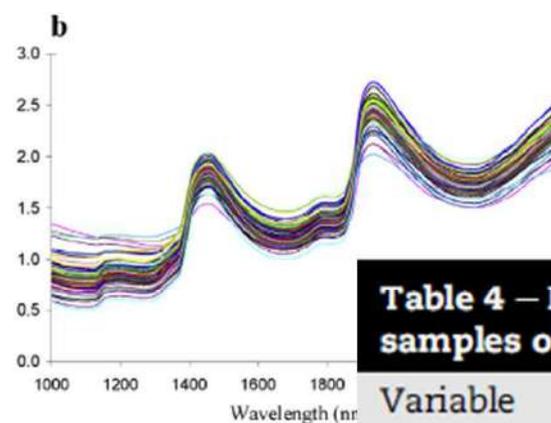
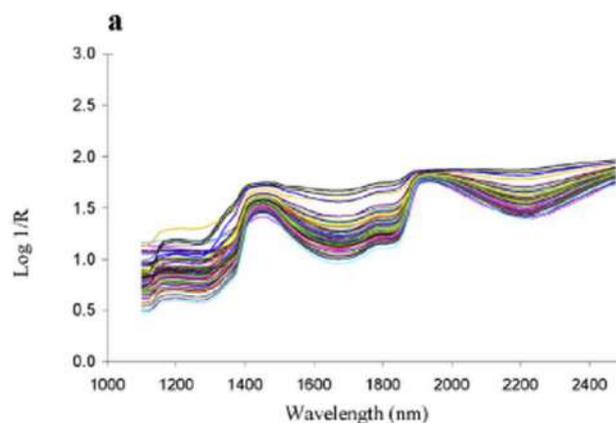


Table 4 – Descriptive statistics of the composition of 99 samples of cattle slurry measured by reference analysis.

Variable	Unit	Mean ± SD ^a	Min	Max
Dry matter	%	8.88 ± 2.90	0.92	16.16
Ashes	%	1.85 ± 0.58	0.31	4.00
Total Kjeldahl N	mg g ⁻¹	3.75 ± 0.96	0.87	7.32
Ammonium N	mg g ⁻¹	1.51 ± 0.45	0.28	2.54
Organic N	mg g ⁻¹	2.24 ± 0.73	0.32	5.56
pH	–	7.49 ± 0.30	6.55	8.06
Electrical conductivity	dS m ⁻¹	15.37 ± 4.47	2.14	24.80
Total C	mg g ⁻¹	35.45 ± 12.57	0.34	70.30
Total P	mg g ⁻¹	0.64 ± 0.23	0.09	1.44
Total K	mg g ⁻¹	2.54 ± 0.79	0.39	4.42

^a SD, standard deviation.

NIR e reflui



NIR digestato

- NIR su botte....
 - Esperienza non positiva
 - Ripetute segnalazioni di analisi non corrette
 - Aggiornamenti calibrazioni in remoto che non hanno risolto il problema
 - Giugno 2021 sostituito NIR con altro produttore.....



NIR e reflui



NIR digestato

Giugno 2021 nuovo NIR....approvato DLG

- Test su 5 campioni

Liquid digestate from cattle or pig manure with renewable raw materials	DM in % by weight	○
	N _{Total} in kg/m ³	○
	P ₂ O ₅ in kg/m ³	++
	K ₂ O in kg/m ³	++

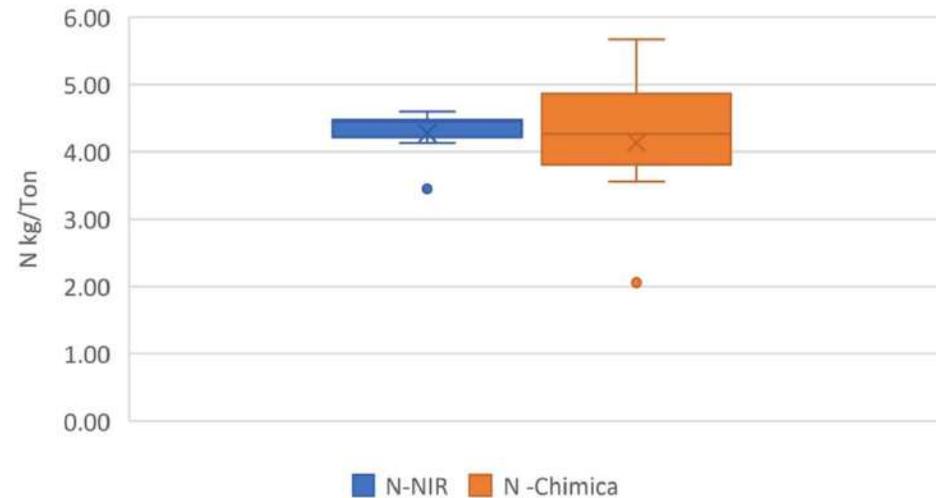
* DLG-assessment scheme:

- ++ = passed, very good (4/5 value pairs within a manure type $\leq 10\%$ and no $> 20\%$ rel. deviation)
- + = passed, good (4/5 value pairs within a manure type $\leq 15\%$ and no $> 25\%$ rel. deviation)
- = passed (3/5 value pairs within a manure type $\leq 25\%$ and no $> 35\%$ rel. deviation))
- = failed

Analisi digestato su botte

Strada ancora lunga....

- Performance in linea con DLG con errori medi di circa il 25-30%
- NIR non è la tecnologia più indicata per l'analisi dei liquidi...ma al momento è l'unica disponibile commercialmente
- Tutti i liquidi (latte, vino, birra) vengono ufficialmente analizzati con il MIR
- Meglio basarsi su analisi monitoraggio digestante dell'impianto per impostare piani di spandimento più corretti



Research Paper

Evaluation of four NIR spectrometers in the analysis of cattle slurry



Giovanni Cabassi ^{a,*}, Daniele Cavalli ^b, Roberto Fuccella ^a,
Pietro Marino Gallina ^b

- «.....le prestazioni degli strumenti portatili a basso costo era molto inferiore a quello degli strumenti da banco, precludendone l'uso pratico per il contenuto di liquame-N stima.»
- «L'incapacità di tali strumenti di raggiungere risultati soddisfacenti la previsione del TKN nei liquami sembra essere correlata più alla risoluzione strumentale.....»



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

NIR su Trincia: solo SS



KRONE NIR CONTROL DUAL
(SW.: 1.72.32 – MAIZE 08 V3.0.1)

✓ **Measuring dry matter
in maize**

DLG Test Report 7222



**CLAAS
NIR SENSOR**
(FW.: 1.30.7 – grass V4.1.1)

✓ **Dry matter measure-
ment in grass**

DLG Test Report 7020

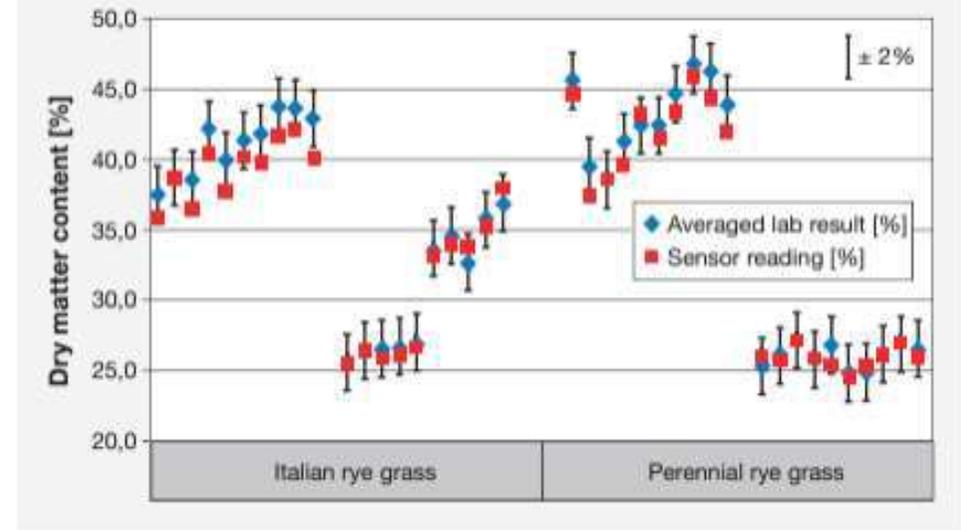
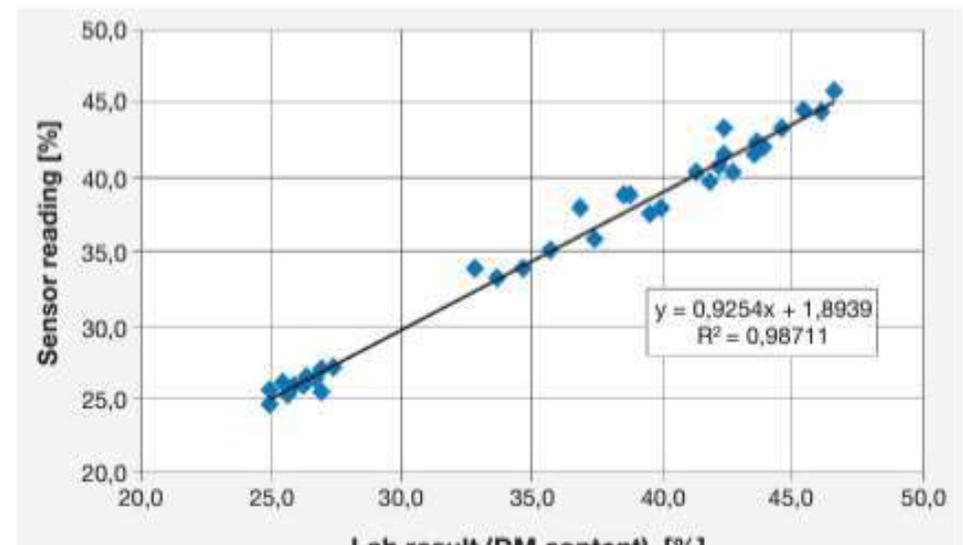


Figure 7:
Comparing dry matter readings by the CLAAS NIR sensor and
reference results obtained by the oven-drying method





Conclusioni

- Accuratezza
 - Rapidità
 - Economicità
 - Sono le caratteristiche che hanno reso la tecnica NIR così diffusa nell'allevamento e nei biogas
-
- Le condizioni di alta umidità e particelle di grandi dimensioni limitano l'accuratezza rispetto ai metodi analitici tradizionali



Conclusioni

- NIR liquami: sicuramente ha una funzione di attirare finanziamenti, mentre ha un'utilità limitata dal punto di vista pratico
- NIR su trincia: può determinare la SS, che è il parametron più importante per determinare:
 - Conservabilità
 - Lunghezza di taglio
 - Pagamento biomasse