



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

NIRS portatili: ad ogni prodotto la sua modalità di lettura

Paolo Berzagli

Departmento Medicina Animale, Produzione e Salute

Università di Padova

E-mail: paolo.berzagli@unipd.it

GraiNit s.r.l. (Università di Padova Spin-off)



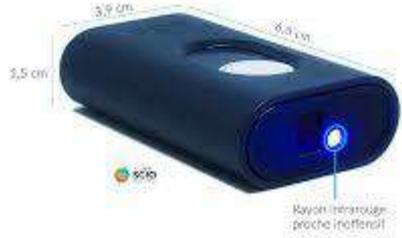
Spettroscopia NIR a VANtaggio degli Allevamenti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Strumenti Portatili

DietSensor



Le scanner de poche SCID fonctionne avec l'application DietSensor compatible aux smartphones IOS et Android

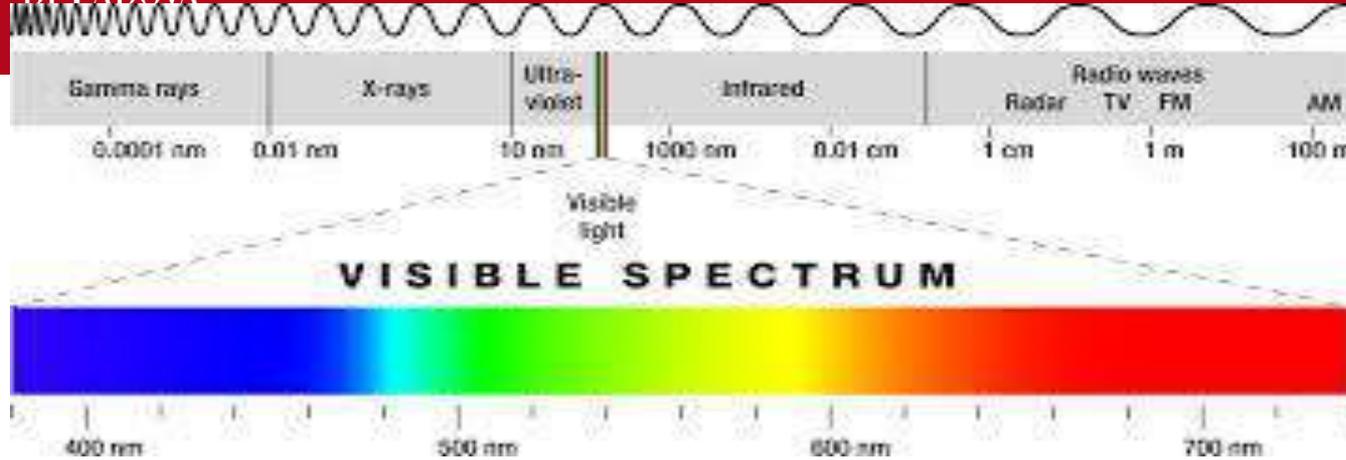
(SCID est développée par Consumer Physics)



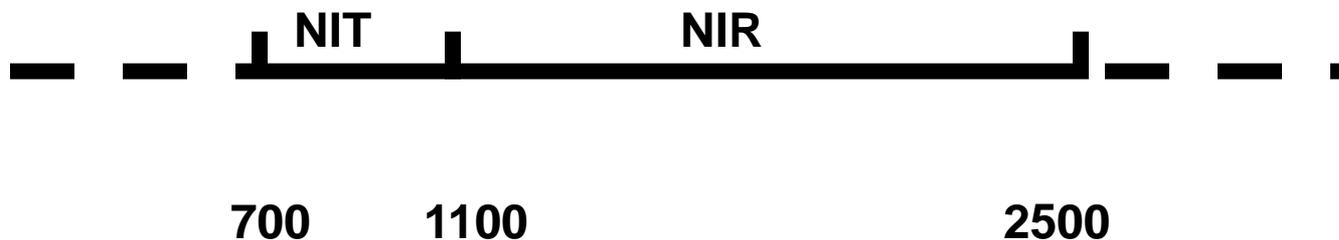


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Spettro elettromagnetico



Region	Characteristic	wavelength Range (nm)
Near Infrared (NIR)	Overtones, Combination	700-2500
Middle Infrared (MIR)	Fundamental vibration	2500-5x10 ⁴
Far Infrared (FIR)	Rotation	5x10 ⁴ -10 ⁶





Legami chimici che assorbono radiazione NIR

**L'assorbimento avviene a carico delle molecole dipolari
quindi principalmente quelle con legami idrogeno**

- CH

- OH

- NH



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Bande primarie

C-H

2300-2350 nm

Grassi

Amido

Fibra

Zuccheri

N-H

2100-2200 nm

Aminoacidi

Proteina

O-H

1900-2000 nm

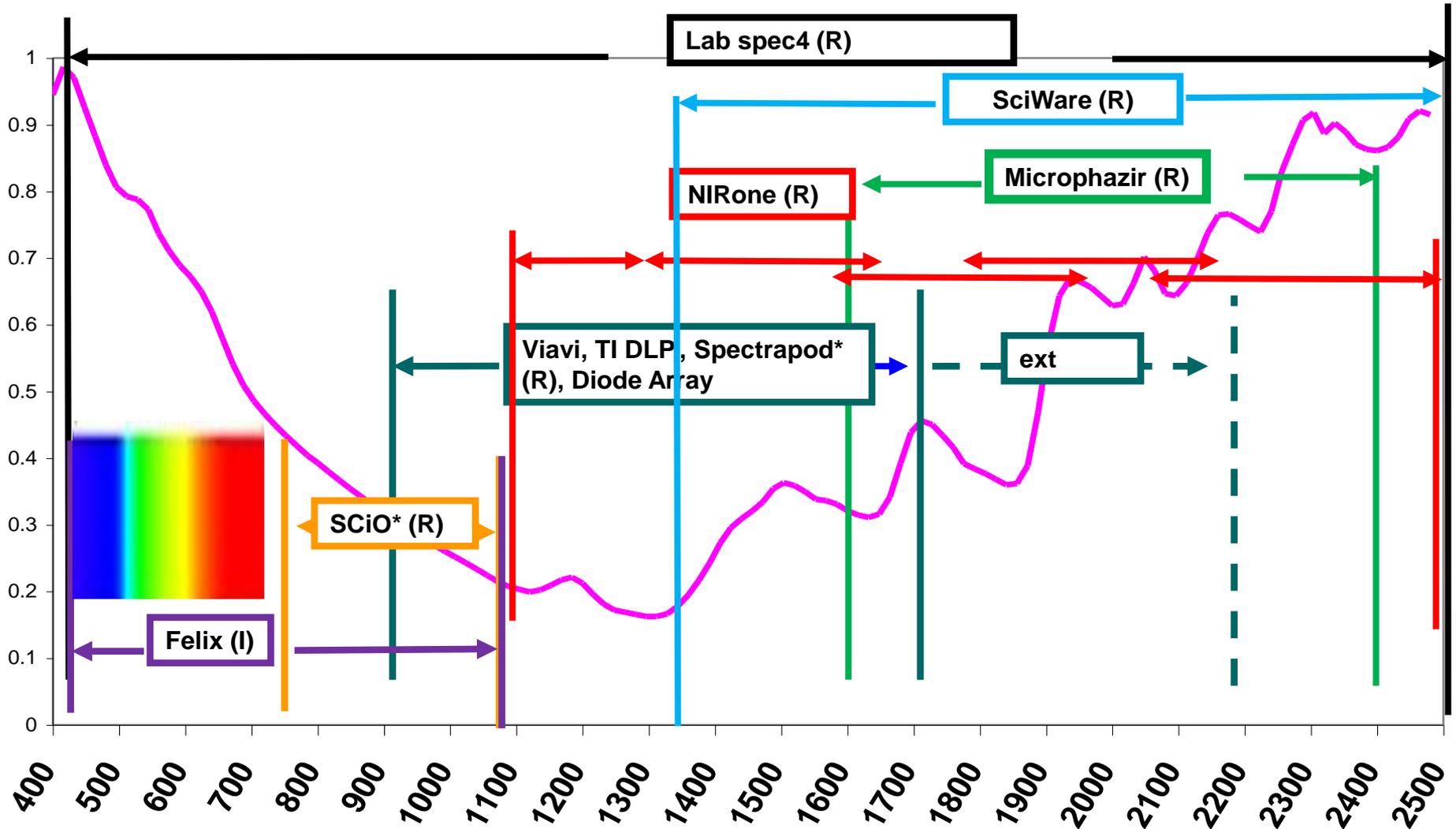
Acqua

Alcool

Zuccheri



Intervallo spettrale



* Numero limitato di lunghezze d'onda



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Importanza della calibrazione



corn quality

ABVista
Corn Quality Report 2010

Proximate composition and AMI prediction

Sample ID	Moisture (%)	Starch (%)	Protein (%)	AMI (%)	Starch (%)	Protein (%)	AMI (%)	Starch (%)	Protein (%)	AMI (%)
Sample 1	14.2	72.5	10.5	1.8	72.5	10.5	1.8	72.5	10.5	1.8
Sample 2	14.5	71.8	10.8	1.9	71.8	10.8	1.9	71.8	10.8	1.9
Sample 3	14.8	71.2	11.0	2.0	71.2	11.0	2.0	71.2	11.0	2.0

Sample Data
 SAMPLE ID: 2010 THAILAND 01
 SAMPLE ID: 2010 THAILAND 02
 SAMPLE ID: 2010 THAILAND 03

Religio Public Co., Ltd. THAILAND
 a subsidiary of
 ABVista (a subsidiary of)
 Religio (a subsidiary of)
 Religio (a subsidiary of)

© 2010 Religio Public Co., Ltd. All rights reserved.

Immagine

Sensore

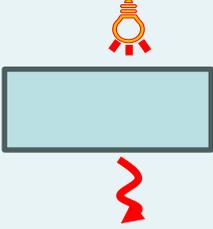
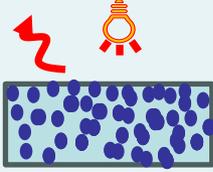
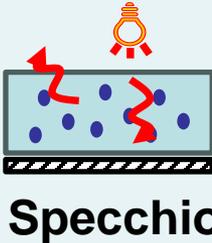
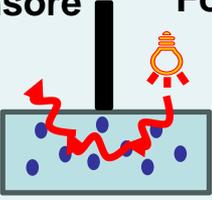
Processore

Dati

Risposta

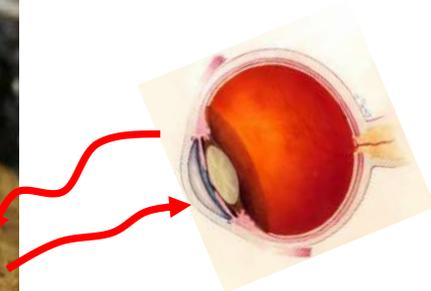


Modalità di lettura

Trasmittanza (Liquidi o granelle intere)	Riflettanza (Liquidi con particelle o solidi)	Transflettanza (Liquidi o solidi grossolani)	Interattanza (solidi con molta umidità i.e. frutta carne)
<p>Fonte IR</p>  <p>Sensore</p>	<p>Sensore Fonte IR</p> 	<p>Sensore Fonte IR</p>  <p>Specchio</p>	<p>Sensore Fonte IR</p> 



NIR non sono raggi X!!



A che profondità “legge” il NIR??

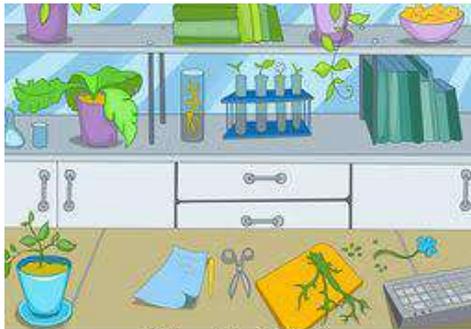
- **Solidi (mangimi, foraggi) <5mm**
- **Granelle intere 10-20mm**
- **Liquidi torbidi 1-3mm**
- **Liquidi trasparenti 5-20mm**



Strumenti NIR specifici per diverse applicazioni

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



© Can Stock Photo

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)



Downloaded from
Shutterstock.com



Dimensioni delle particelle

**Effect of particle size on perceived colour of
copper sulphate $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ in reflectance**



Se maciniamo gli alimenti, questi assumono un colore più pallido, più attenuato. Con alimenti macinati finemente si reduce la penetrazione della luce e aumenta la riflettanza speculare



Dimensioni delle particelle in riflettanza



Riflettanza (R)

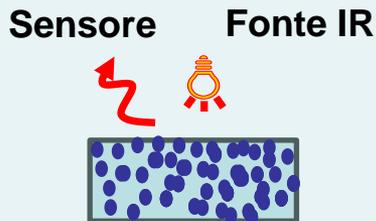
(Liquidi con particelle o solidi)

R o T

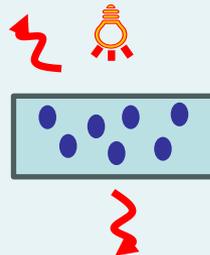
(Liquidi o solidi con
particelle grandi)

Trasmittanza (T)

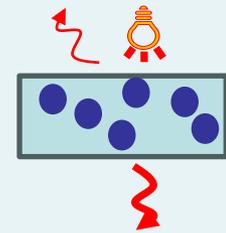
(Liquidi o granelle
intere)



Sensore ?



Fonte IR



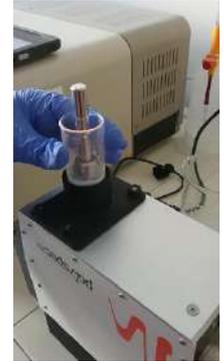
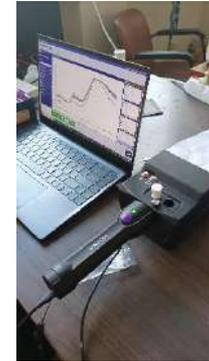
Sensore ?

Sensore



Presentazione del campione

- Riflettanza (R): quella più usata in quanto da la massima flessibilità e si può mimare la trasmittanza (Trasflettanza).
- Trasmittanza è per liquidi e granelle. Per queste è il metodo più utilizzato

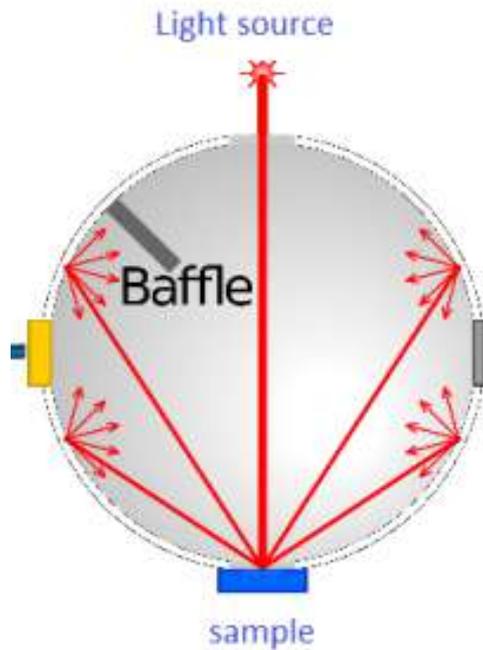




UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

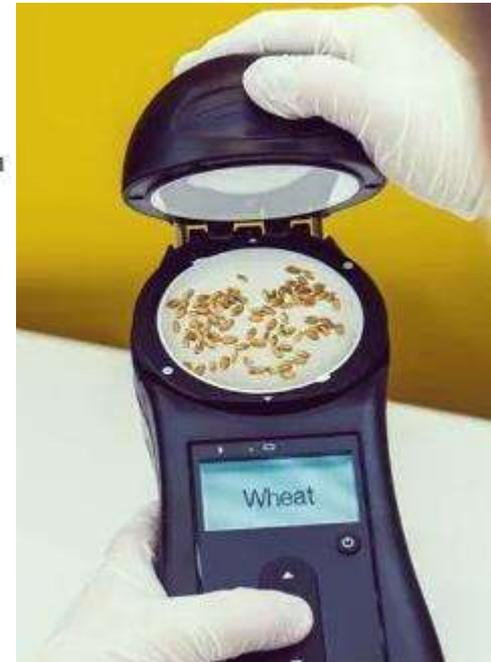
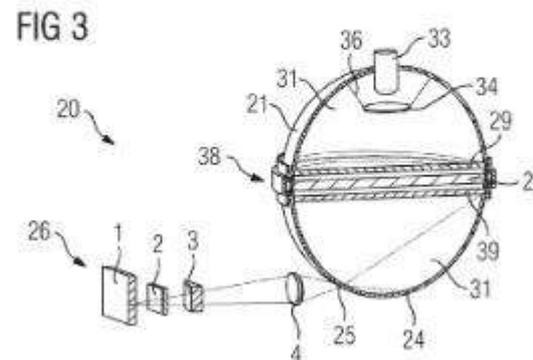
Trasmittanza: un altro approccio

Sfera integratrice



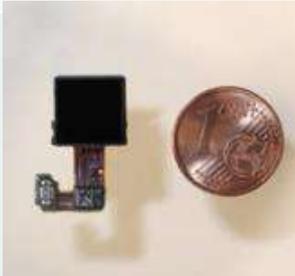
Grainsense.com

Patent Application Publication Oct. 13, 2016 Sheet 2 of 4 US 2016/0299062 A1





Peso e dimensioni

	Peso	
Transportabile	10 – 3 kg	
Portabile	< 3kg	
Palm	< 100g	



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
- ...

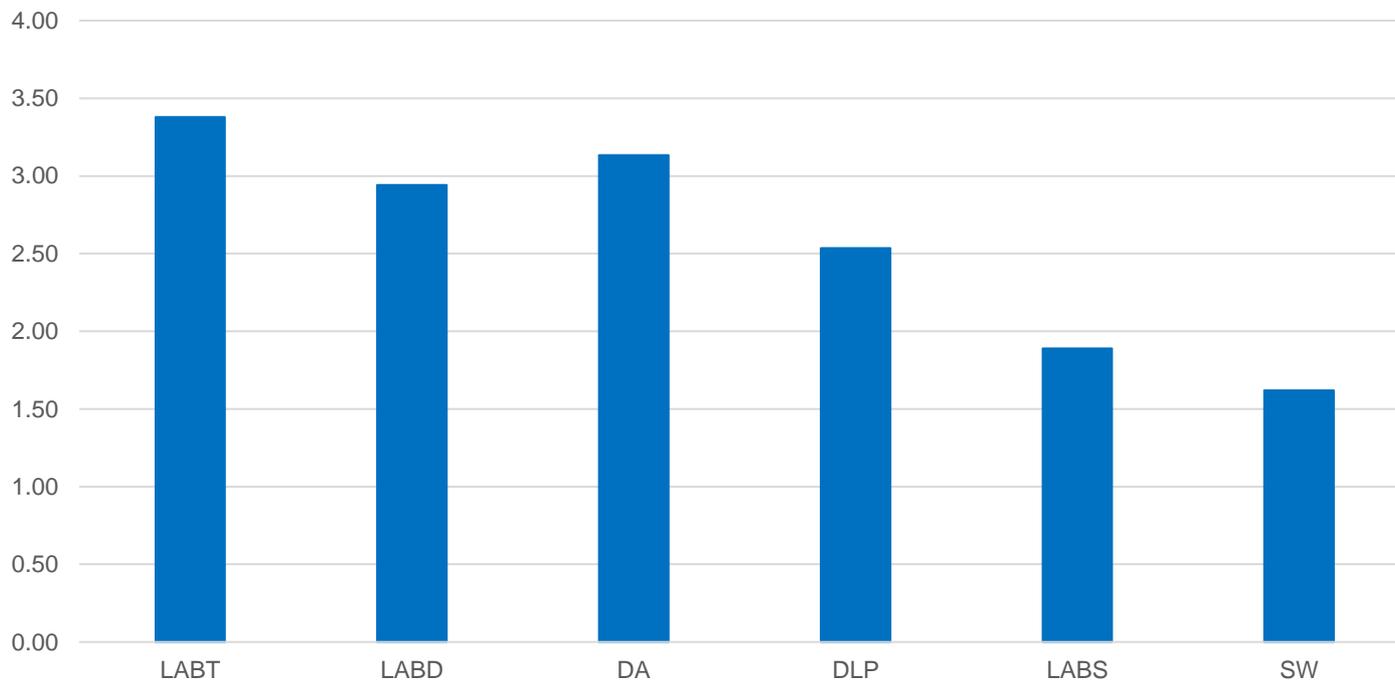
Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

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 ^cRPD_{val} for CP in alfalfa



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

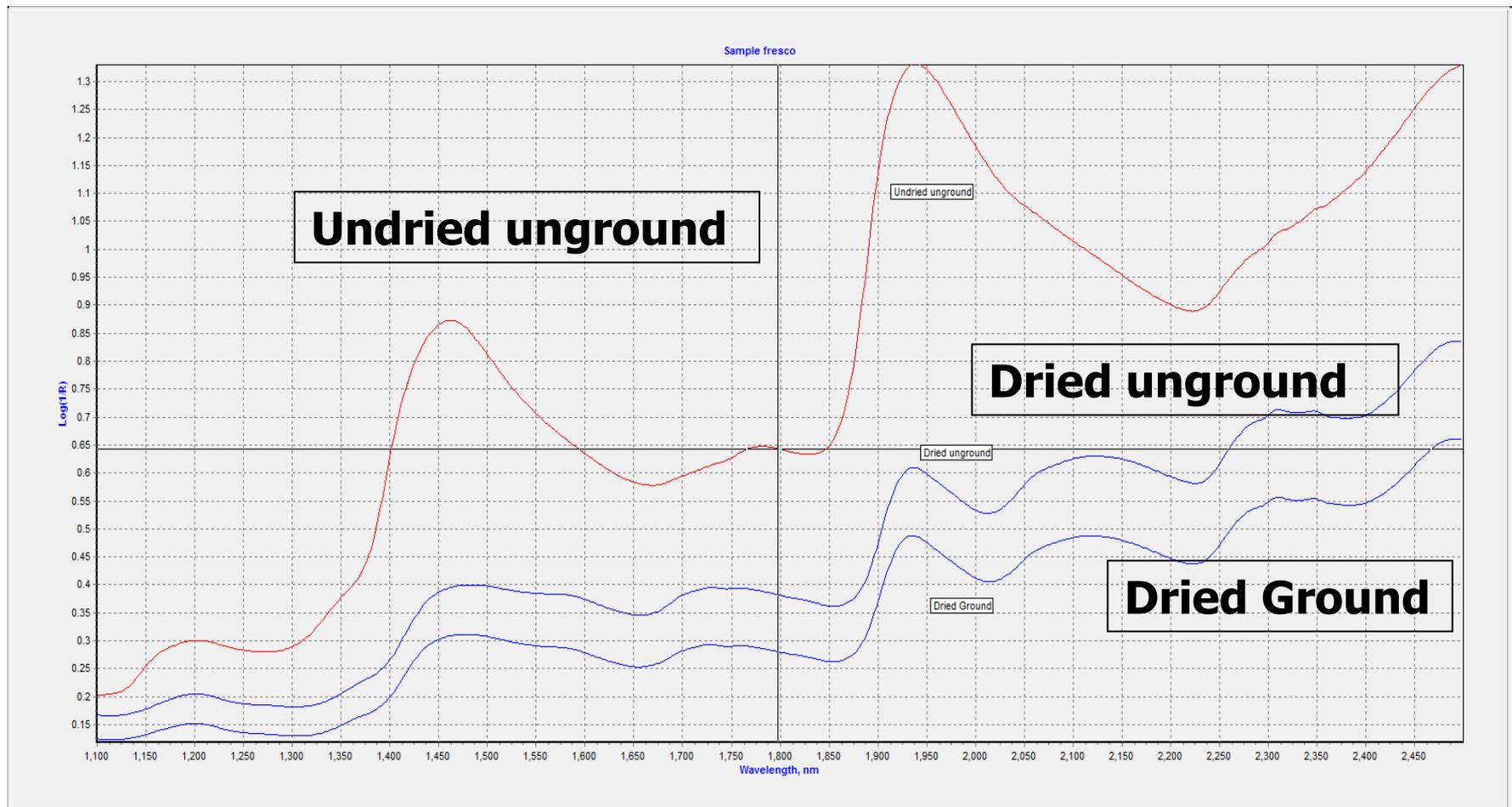
**Preparazione
e
presentazione
del campione**

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



Analisi NIR On-farm

L'acqua copre molte informazioni

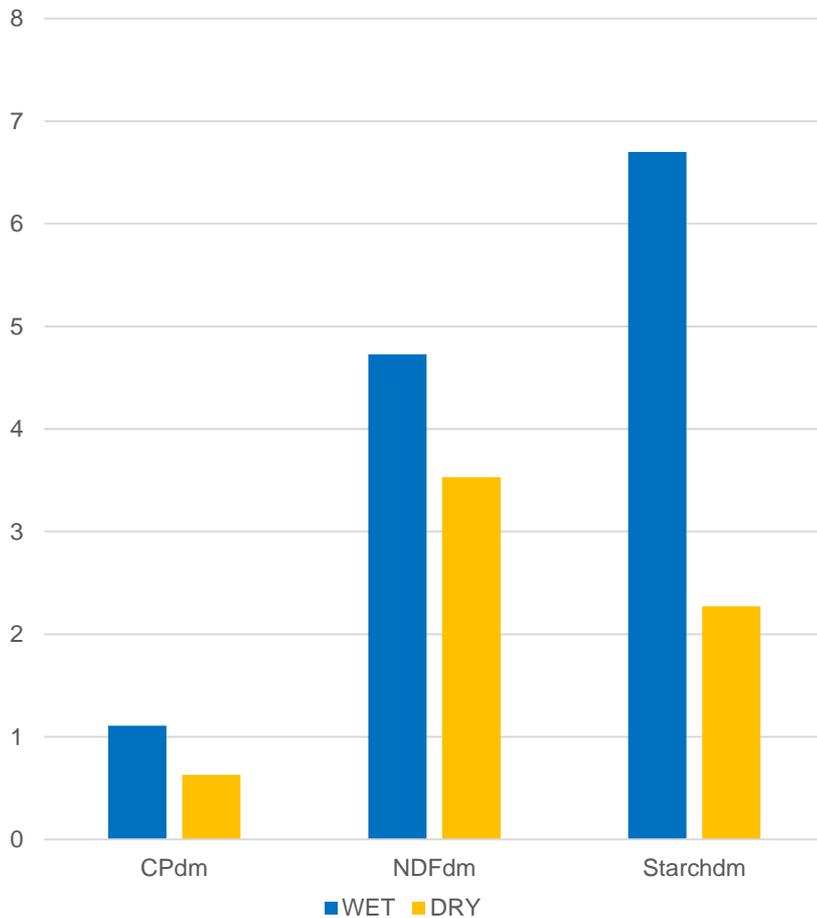




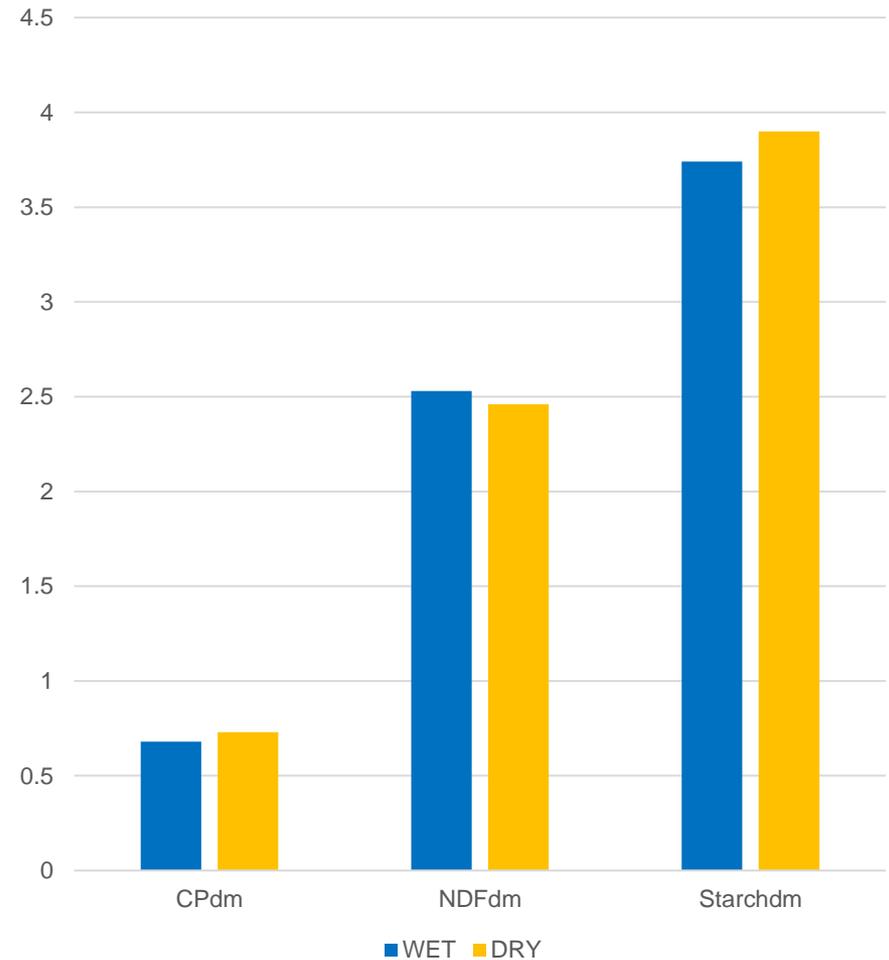
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Effetto del contenuto di acqua

Trinciato di mais: SEP %DM



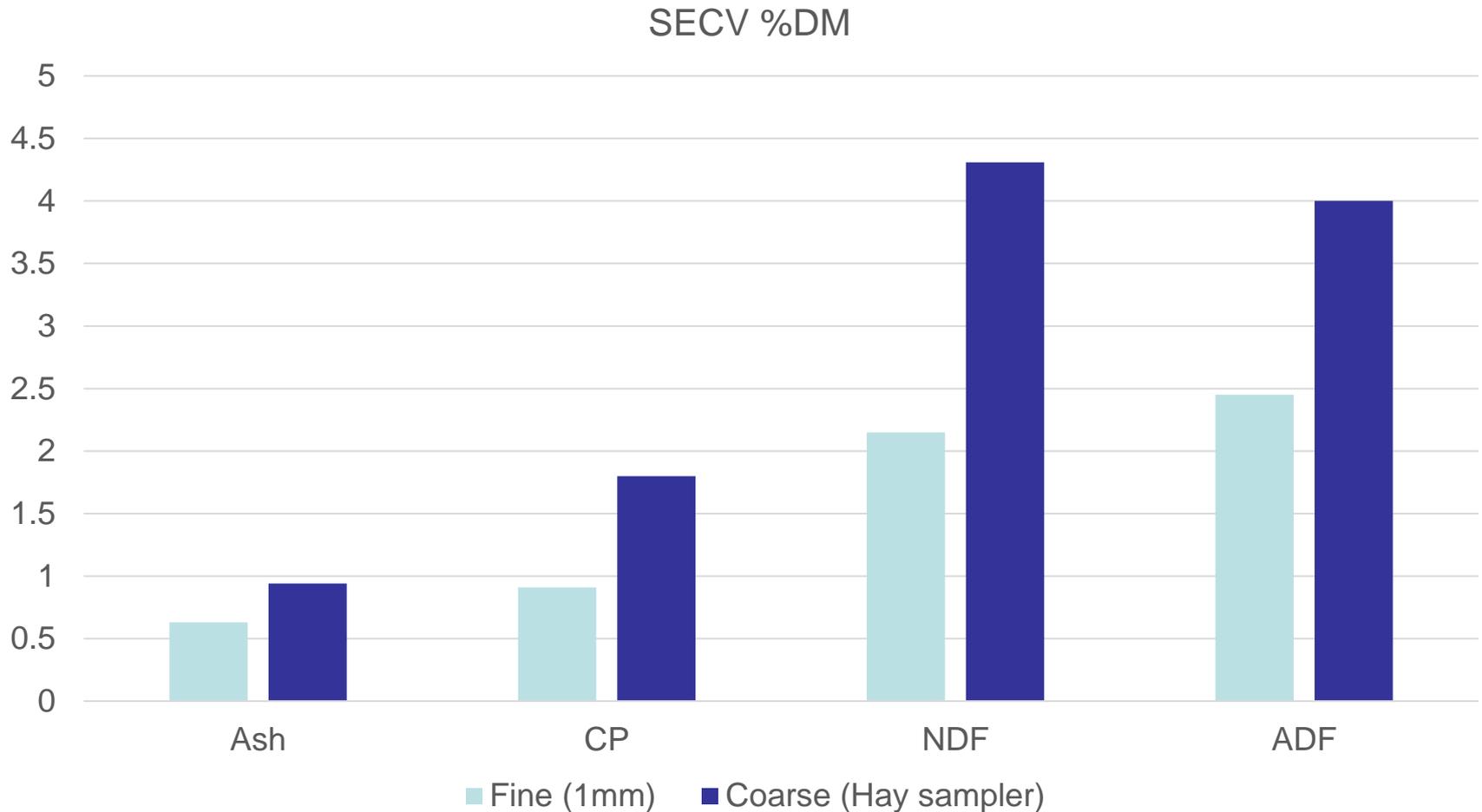
Pastone: SEP %DM





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dimensioni particellari fieno



Berzagli, unpublished



Preparativa

Trinciato TQ



Essiccazione



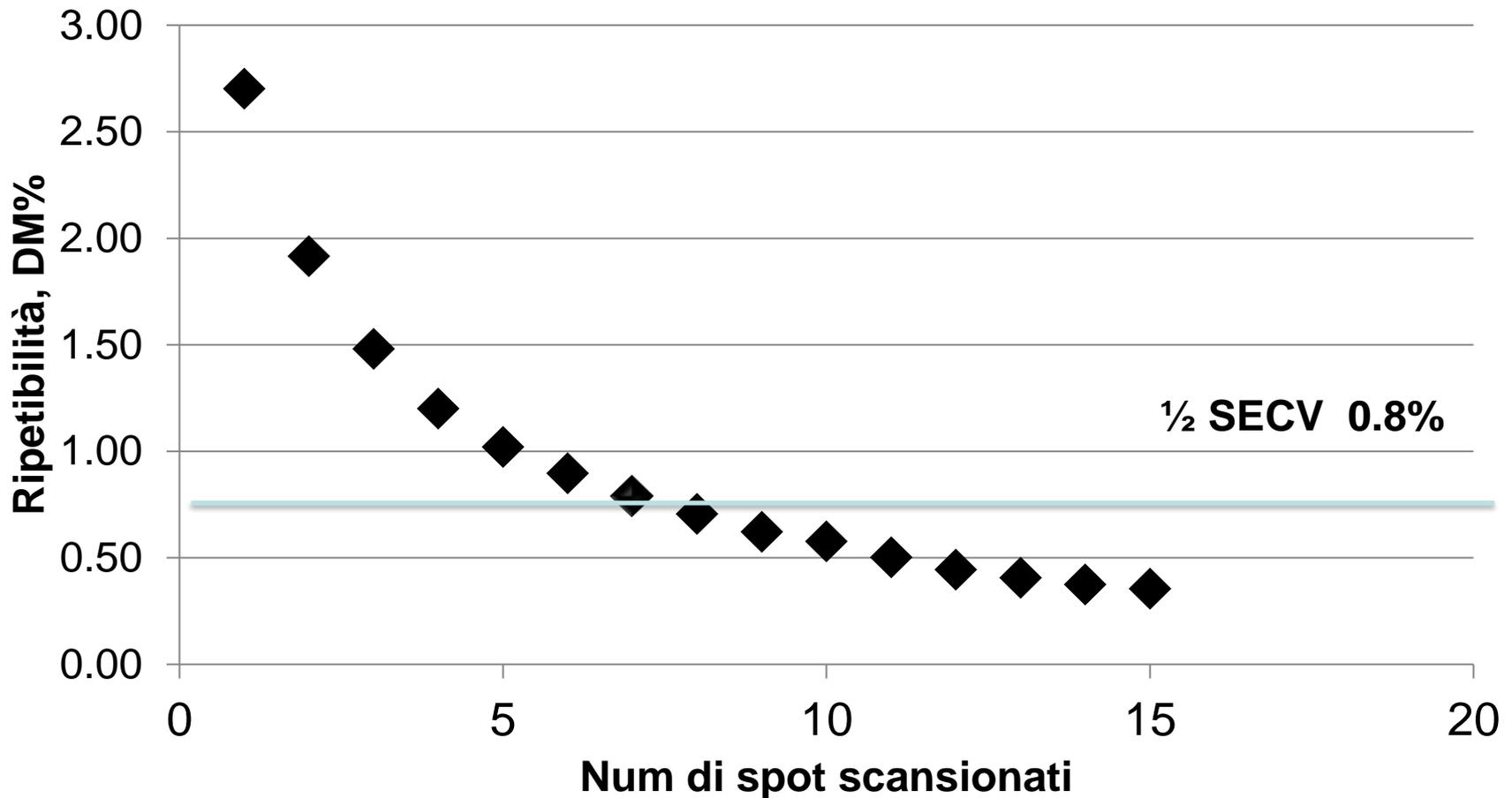
one

Ess. & Macin (1mm)





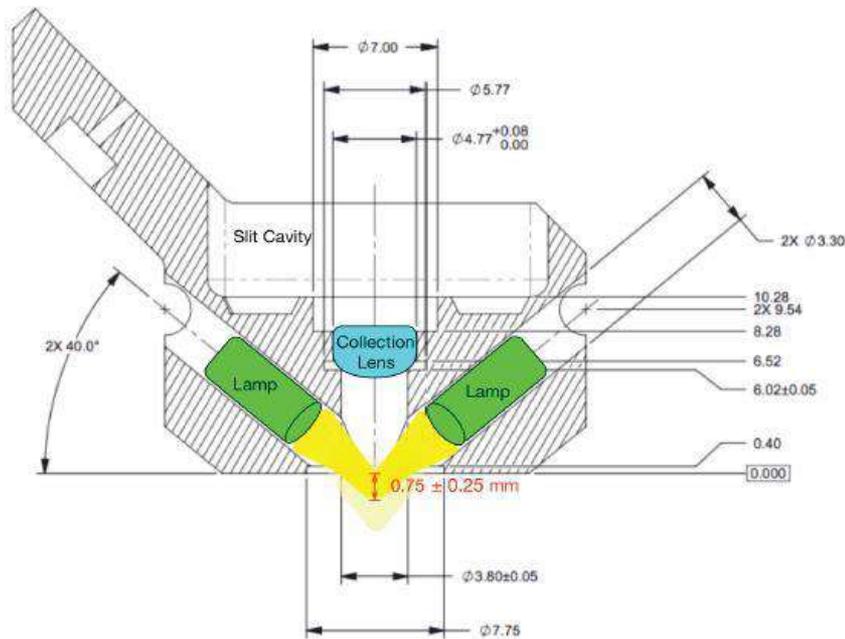
Scansionare un'ampia superficie per un'ottima ripetibilità $\sim 10\text{cm}^2$





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Spot di lettura molto piccolo



Il punto di illuminazione di
3,8 mm ϕ

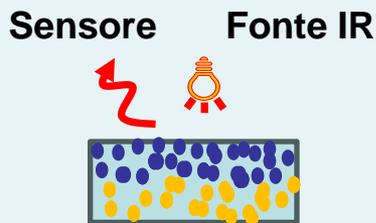
dovrei fare 50
scansioni!!!!



Omogeneità delle particelle

Riflettanza (R)

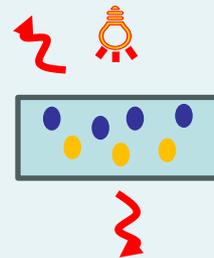
(Liquidi con particelle o solidi)



R o T

(Liquidi o solidi con
particelle grandi)

Sensore ?

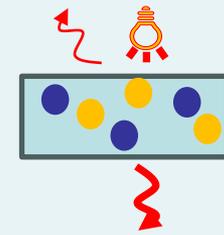


Sensore ?

Trasmittanza (T)

(Liquidi o granelle
intere)

Fonte IR



Sensore



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Stratificazione dell'Unifeed



Porzione superiore



Porzione inferiore

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

Berzaghi & Benozzo, 2017



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Fieno di medica grossolano

La stratificazione impone degli accorgimenti nella lettura del campione





Nella miglior delle ipotesi l'analisi è buona quanto il campionamento

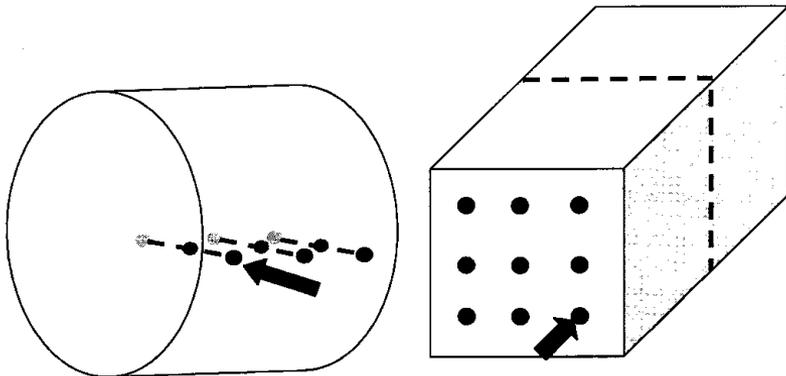


Figure 1. Sampling patterns of round and rectangular bales.





Analisis NIR in Azienda...

Pone sicuramente delle sfide

- Perché il NIR è un sistema complesso nelle mani di professionisti non di laboratorio
- Preparazione del campione.... Spesso non un'opzione percorribile (particelle grossolane e umide)
- Devono avere regolari aggiornamenti di calibrazione