

# IL RISO AL MICROSCOPIO

Connessioni fra caratteristiche  
morfologiche e proprietà  
alimentari

---

**Prof. Francesco Savorani**

francesco.savorani@polito.it

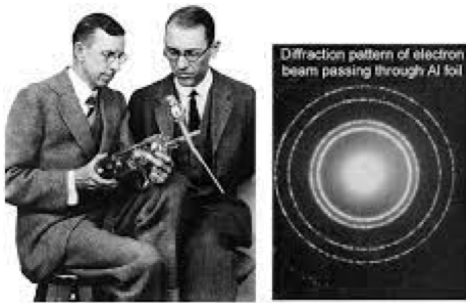


Politecnico  
di Torino



# FE-SEM: MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE AD EMISSIONE DI CAMPO

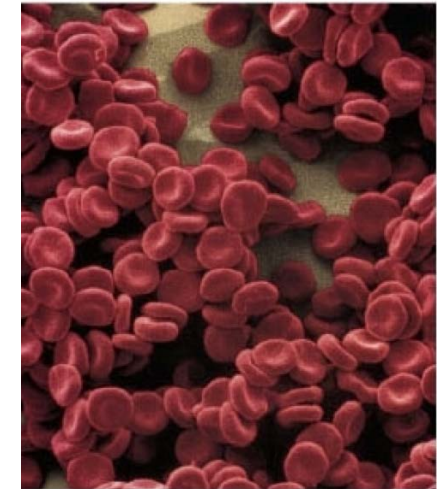
Per microscopia elettronica si intende l'utilizzo degli **elettroni come sorgente di radiazione elettromagnetica illuminante** per poter osservare particolari di dimensioni inferiori a quelle della lunghezza d'onda della radiazione visibile.



Esperimento di Davisson e Germer che nel 1927 ottennero la prova della natura ondulatoria dell'elettrone realizzando una figura (storica) di diffrazione su foglio di Alluminio



FESEM utilizzato per lo studio presso il Politecnico di Torino (Zeiss SUPRA 40 (Zeiss SMT, Oberkochen, Germany))



Globuli rossi osservati al microscopio elettronico

La microscopia elettronica è una diretta conseguenza della intuizione del dualismo onda-particella di De Broglie e permette di raggiungere ingrandimenti oltre il limite fisico dei microscopi ottici la cui sorgente luminosa è la radiazione visibile.



# PIANIFICAZIONE E STRUTTURA DEL PROGETTO SPERIMENTALE



## GRANELLI DI RISO

**54 varietà diverse**  
36 varietà italiane  
18 varietà internazionali



## ACQUISIZIONE IMMAGINI SEM

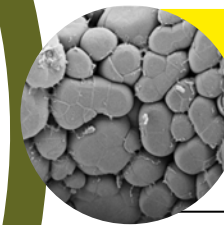
3 granelli per varietà  
1+3 immagini per granello: una ad ingrandimento 100×  
per identificare le aree e tre ad ingrandimento 5000×

## SVILUPPO DELL'ALGORITMO

Conversione di immagini in matrici numeriche  
Uso di algoritmi diversi per scopi differenti



## ANALISI D'IMMAGINE



Esempio di riso Arborio

## ESTRAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E VALUTAZIONE DEI RISULTATI

- Porosità %
- Area media dei granuli
- Circolarità
- Eccentricità



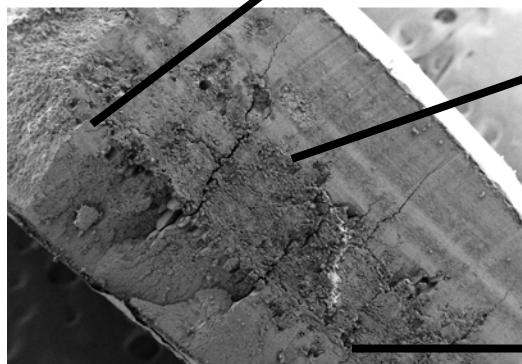
# PREPARAZIONE DEL CAMPIONE E ACQUISIZIONE IMMAGINI FESEM



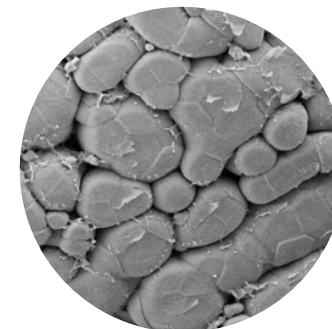
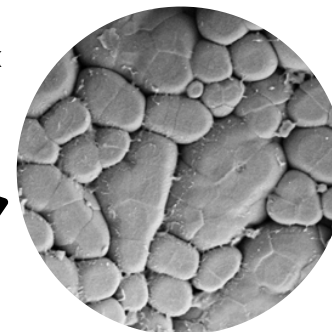
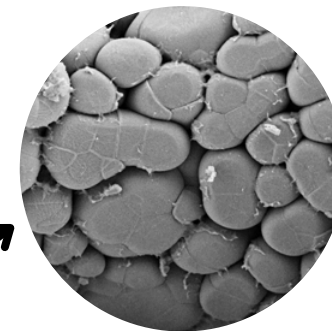
Granello sezionato longitudinalmente




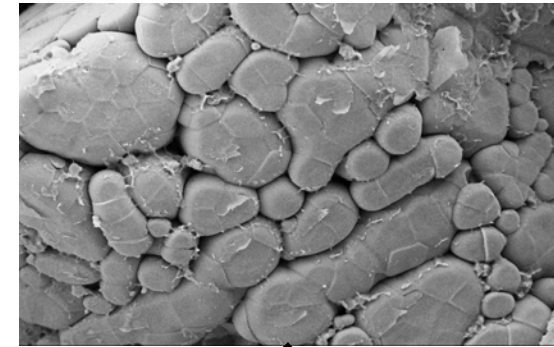
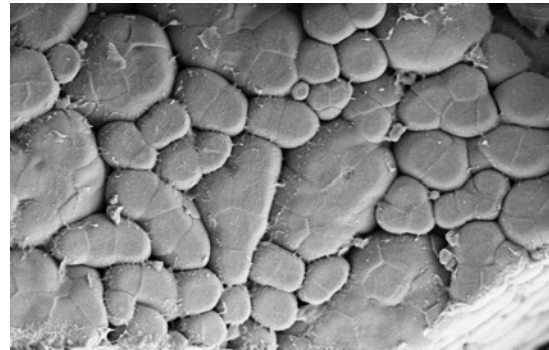
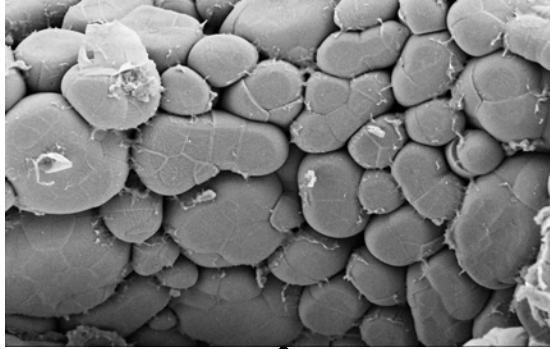
100x



5000x



# RAPPRESENTAZIONE NUMERICA DELLE IMMAGINI ED ELABORAZIONE



IRef x

704x1024 uint8

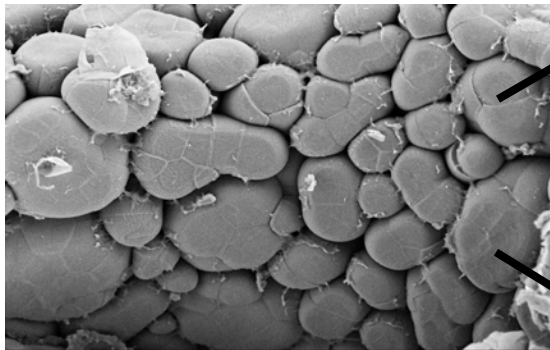
	1	2	3	4	5	6	7	8
7	138	128	119	140	138	142	141	137
8	149	136	134	126	131	120	135	113
9	144	138	152	139	125	143	137	119
10	134	130	118	124	137	132	125	129
11	134	134	128	122	132	140	111	116
12	145	141	121	122	118	116	112	120
13	141	129	111	111	99	113	110	90
14	146	106	101	103	105	94	96	91
15	120	91	116	93	103	96	107	97
16	104	97	90	102	98	107	99	111
17	118	104	95	97	91	108	95	103
18	99	86	108	99	102	96	106	102
19	90	84	90	86	93	92	90	99
20	90	84	86	92	89	94	104	106
21	94	81	91	107	106	95	100	107

Matrice numerica su MATLAB, contenente le informazioni delle immagini in scala di grigio

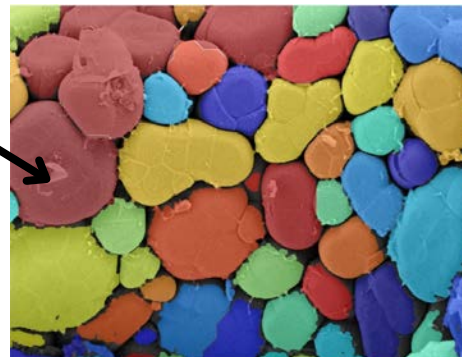
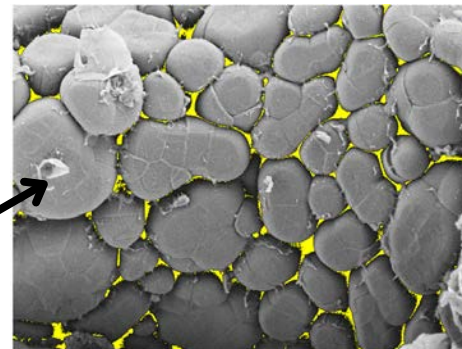




# ALGORITMO DI ANALISI D'IMMAGINE (1)



Un campione di Arborio

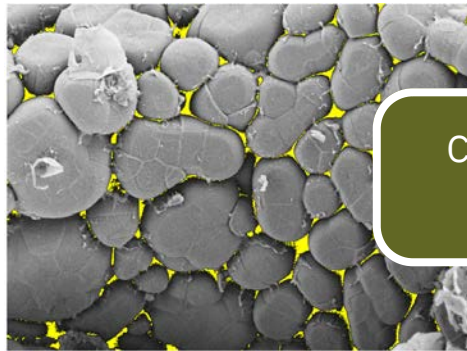


Calcolo degli **spazi vuoti**  
(qua in giallo)

**Valori medi**  
calcolati separatamente  
per ciascuna varietà

Calcolo della  
**dimensione dei granuli**  
+ riconoscimento (colori diversi)

## ALGORITMO DI ANALISI D'IMMAGINE (2)



Calcolo degli **spazi vuoti**  
(qua in giallo)



Calcolo della  
**dimensione dei granuli**  
+ riconoscimento (colori diversi)

*\*Algoritmo (s.m.):*

*"Un algoritmo è una serie di istruzioni o procedure logiche che risolvono un problema o eseguono un compito specifico."*

L'algoritmo\* permette di applicare lo stesso procedimento alle 54 varietà di riso, in maniera automatica e uguale per tutte.



**Abbiamo ottenuto in automatico delle "misurazioni sulle immagini" che sono confrontabili fra tutte le varietà!**



## Tabella riassuntiva con varietà selezionate raggruppate per tipologia

Nr	VARIETÀ	% di Porosità	SD	Area media granuli in $\mu\text{m}^2$	SD	Nota
2	Argo	6.72	± 0.39	77.87	± 7.5	Vecchia costituzione
29	Padano	6.55	± 0.05	36.40	± 2.26	Vecchia costituzione
33	S.Andrea	5.95	± 0.28	38.06	± 6.42	Vecchia costituzione
4	Carnaroli	5.89	± 0.27	36.85	± 6.54	Vecchia costituzione
1	Arborio	5.79	± 0.27	43.02	± 5.13	Vecchia costituzione
16	CL388	5.53	± 1.4	39.59	± 8.18	Nuova costituzione
17	CL510	5.30	± 0.71	50.55	± 0.65	Nuova costituzione
13	CL35	6.49	± 0.43	39.35	± 2.12	Nuova costituzione
23	Duilio	4.12	± 3.05	34.9	± 6.5	Nuova costituzione
26	Iarim	3.83	± 2.3	55.43	± 30.14	Nuova costituzione
36	Valente	0.69	± 0.59	/	± /	Nuova costituzione
8	CL18	0.63	± 0.46	93.41	± 6.51	Nuova costituzione
34	Selenio	0.40	± 0.28	107.77	± 24.93	Nuova costituzione
15	CL80	0.40	± 0.26	/	± /	Nuova costituzione
19	CRLB1	0.83	± 0.16	49.11	± 4.3	Nuova costituzione

a) Varietà italiane di vecchia costituzione con struttura porosa

a) Varietà italiane di nuova costituzione con struttura porosa

c) Varietà italiane di nuova costituzione con struttura compatta

## Esempio su varietà selezionate

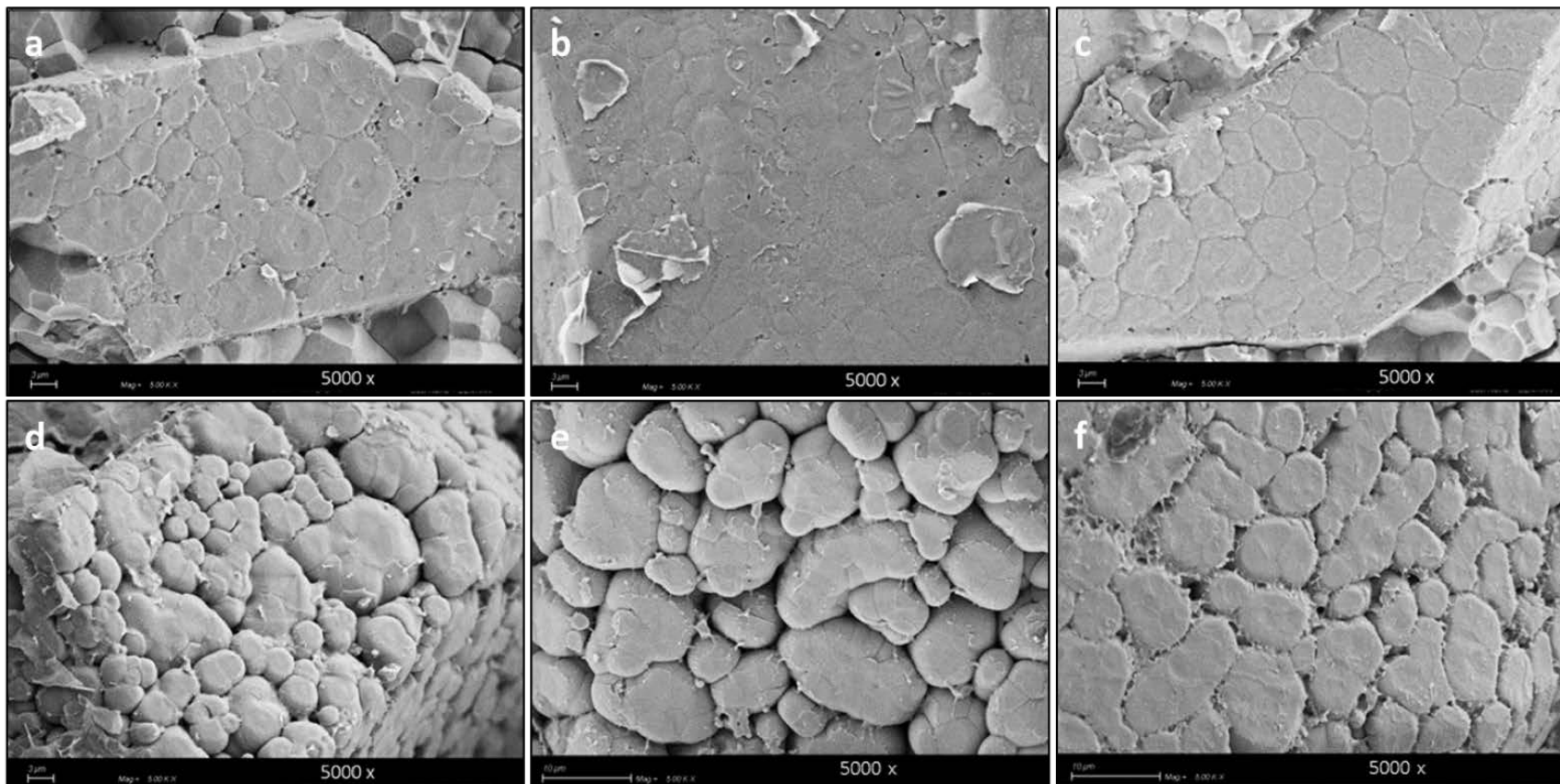
Per facilitare la comprensione dei risultati ottenuti le varietà studiate sono state suddivise in 3 gruppi di cui in questa tabella sono riportati alcuni esempi per ciascuno.

I gruppi distinguono varietà italiane tradizionali di vecchia costituzione da quelle più moderne ed infine quelle a struttura interna prevalentemente porosa da quelle a struttura compatta.



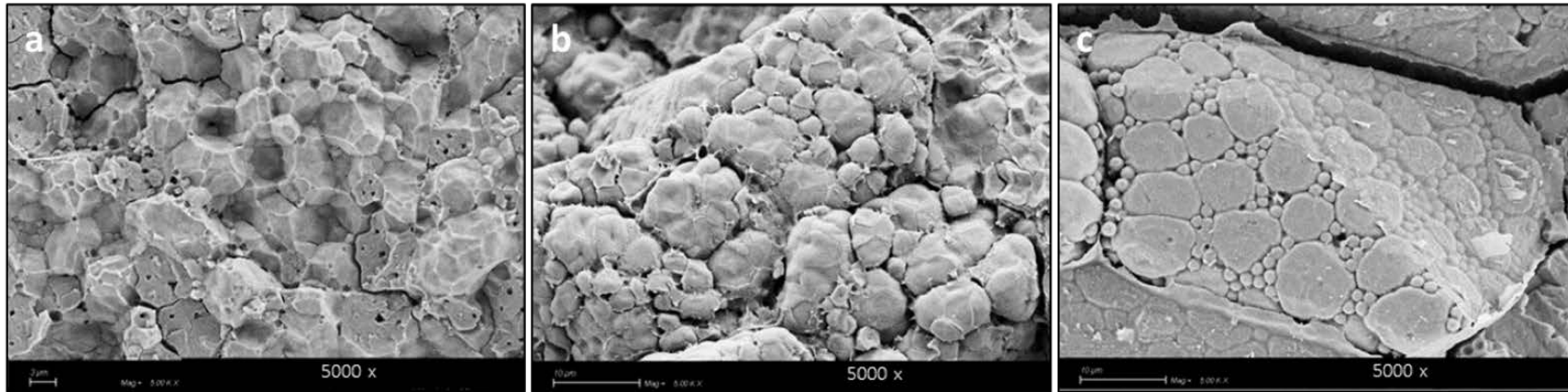


# ESEMPI DI DIVERSITÀ MORFOLOGICA FRA VARIETÀ DI RISO



Immagini ottenute ad un ingrandimento di 5000× dai granelli di varietà di riso cristallino (a bassa porosità) **Selenio (a)**, Valente (b) e CL80 (c) e le varietà di riso perlato (ad alta porosità) **Argo (d)**, **Carnaroli (e)** e CL388 (f)

## ESEMPI DI DIVERSITÀ MORFOLOGICA FRA VARIETÀ DI RISO

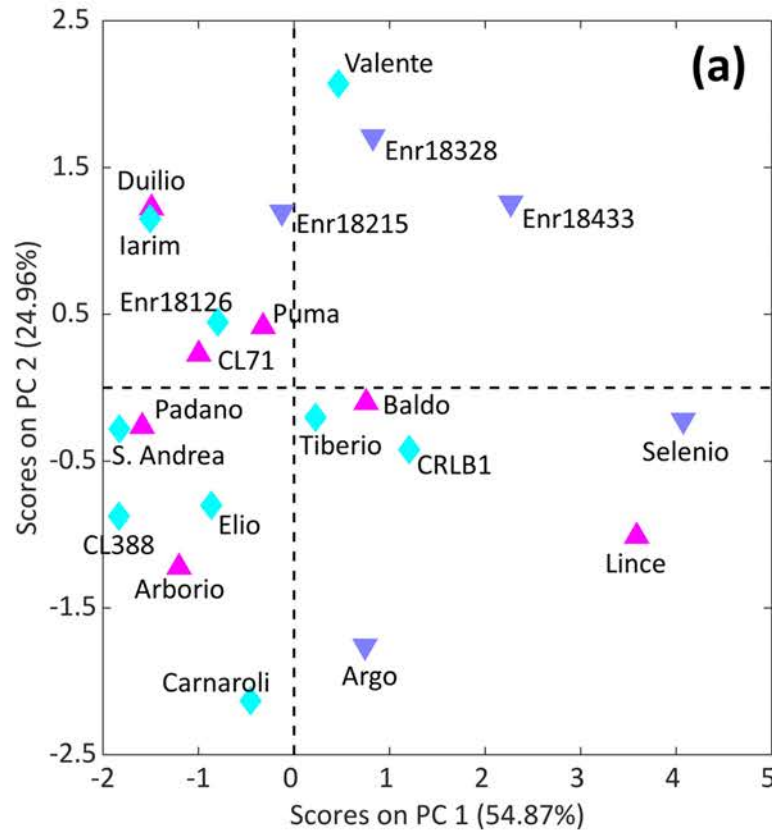


Immagini ottenute ad un ingrandimento di 5000× dai granelli di varietà di riso caratterizzati da una **struttura interna peculiare** e molto diversa da quella osservabile per la maggior parte delle varietà: Italmochi (a), CRW3 (b) e Dedalo (c).

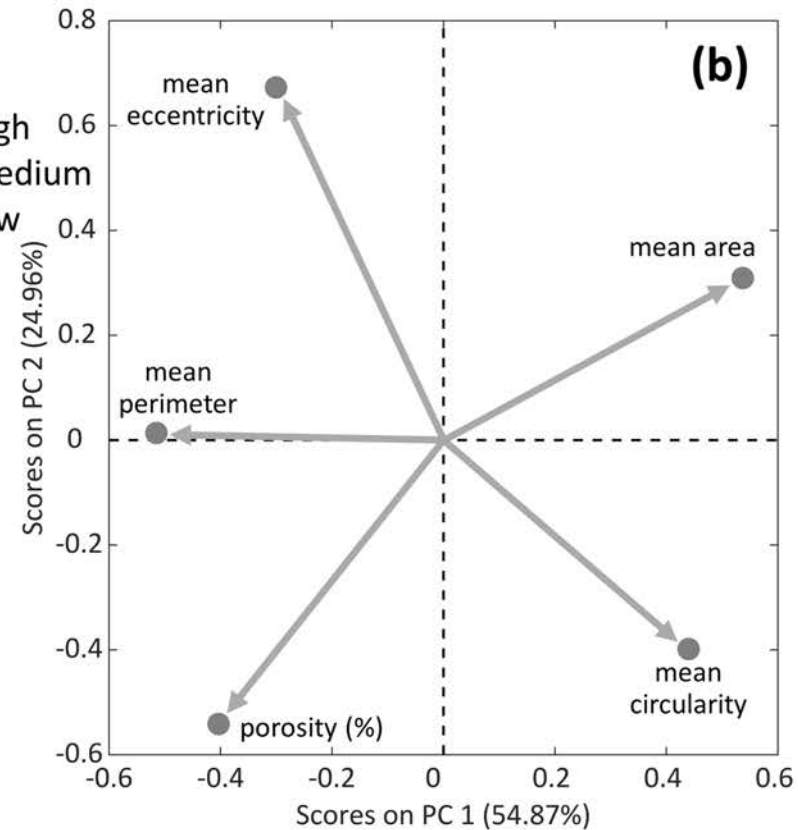
I granelli di riso delle diverse varietà studiate presentano caratteristiche morfologiche molto varie e, a volte, inaspettate. Da qui il comportamento differente alla cottura e all'integrazione dei sapori e degli aromi durante le preparazioni culinarie.

**La struttura interna diventa quindi altrettanto importante, per la qualità del riso selezionato, delle caratteristiche della pianta e della forma più o meno tondeggiante o allungata, bianca o traslucida, del granello stesso.**

# RISULTATI ANALISI DATI MULTIVARIATA (PCA): DATI MORFOLOGICI E CORRELAZIONE CON IG



Mappa PCA di 21 varietà\* italiane, colorate in base all'Indice Glicemico.



Mappa PCA dei parametri morfologici. (le **direzioni** servono ad interpretare la mappa a sinistra)

(\*per 4 varietà non è stato possibile ottenere i dati morfologici)



# Conclusioni

**A** Grazie a questo studio pionieristico abbiamo potuto osservare per la prima volta la struttura interna dei granelli di riso di molteplici varietà italiane e straniere di interesse commerciale o di selezione genetica, potendone capire l'importanza.

**C** L'analisi multivariata esplorativa dei dati ha permesso di evidenziare una interconnessione, seppur da confermare ulteriormente, fra le caratteristiche morfologiche ed le proprietà alimentari, in particolare rispetto all'indice glicemico in vivo.

**B** La misurazione automatica ed oggettiva, ottenuta grazie allo sviluppo di appositi algoritmi, delle principali caratteristiche morfologiche dei granuli di amido costituenti la struttura interna dei semi, ha permesso di raccogliere e studiare dati quantitativi per mettere in luce le similitudini e differenze fra varietà note o appartenenti a linee di ricerca.

**D** Come ipotizzato, un'alta porosità nella disposizione interna dei granuli di amido, tipica delle varietà italiane da risotto, si è confermata un parametro essenziale per ottenere preparazioni culinarie di altissima qualità e ricche di aromi e sapori.



**GRAZIE**  
**PER L'ATTENZIONE**



**Politecnico  
di Torino**

