



*Ricerca finanziata dal Ministero della Salute  
Dipartimento per la Sanità Pubblica Veterinaria,  
la Nutrizione e la Sicurezza degli Alimenti*



ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO

# Identificazione dell'origine geografica della mozzarella di bufala mediante spettroscopia NMR (progetto IZS AM 0908)

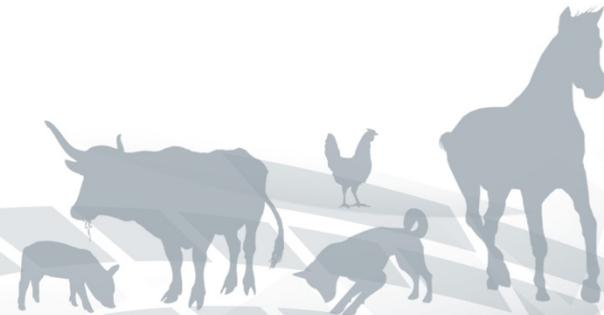


Salvatore Milone – Reparto Bromatologia e Residui





ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO



## REGOLAMENTO (CE) N. 510/2006



### **Art. 2, comma 1**

Per «denominazione d'origine» si intende il nome di una regione, di un luogo determinato o, in casi eccezionali, di un paese che serve a designare un prodotto agricolo o alimentare:

- ✓ originario di tale regione, di tale luogo determinato o di tale paese
- ✓ la cui qualità o le cui caratteristiche sono dovute essenzialmente o esclusivamente ad un particolare ambiente geografico, inclusi i fattori naturali e umani
- ✓ la cui produzione, trasformazione e elaborazione avvengono nella zona geografica delimitata

### **Art. 4, comma 1**

Per beneficiare di una denominazione d'origine protetta (DOP) o di un'indicazione geografica protetta (IGP), un prodotto agricolo o alimentare deve essere conforme ad un disciplinare.



## Mozzarella di bufala



La mozzarella di bufala è un prodotto di derivazione del latte tipicamente italiano, le cui caratteristiche organolettiche sono legate alla provenienza, alla qualità delle materie prime e alle tecniche produttive utilizzate.



In particolare, la “Mozzarella di Bufala Campana”, prodotto molto apprezzato dai consumatori, è ottenuta esclusivamente da latte di bufala prodotto in definite aree del Sud Italia.

Il Regolamento (CE) N. 1107/96 ha attribuito alla “Mozzarella di Bufala Campana” il **marchio DOP**. Il disciplinare di produzione definisce le zone di provenienza e trasformazione del latte e le modalità di lavorazione del formaggio.



## Zone di produzione della “Mozzarella di Bufala Campana” DOP definite nel disciplinare di produzione

**Regioni:**

**Lazio**

**Campania**

**Puglia**

**Molise**



## ...o è così...o non è...DOP!

Nel settore alimentare suscita grande interesse la possibilità di stabilire se un determinato campione appartiene o non ad una determinata zona geografica.

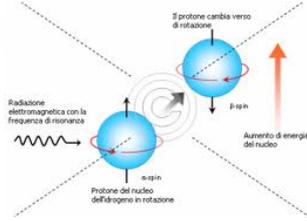


Mozzarella  
di Bufala  
Campana  
**DOP**

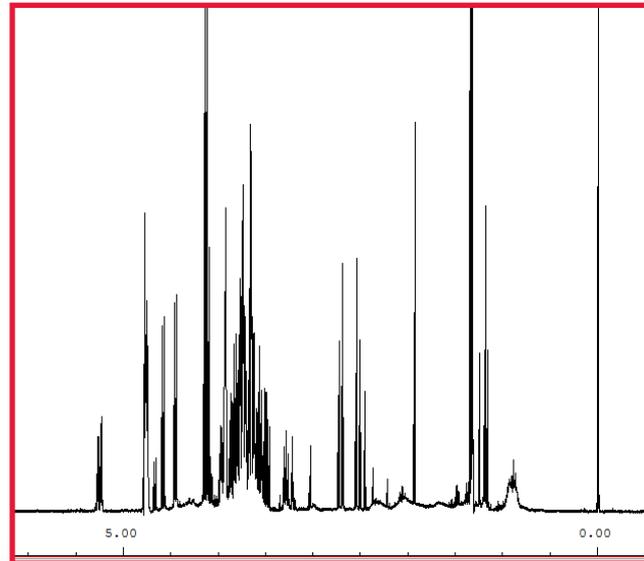
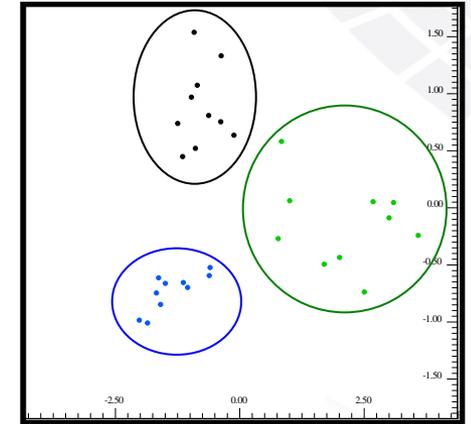


E' possibile ottenere la **"impronta digitale"** di un campione e poterlo quindi differenziare da un altro?





La **Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR)**, con l'ausilio dell'analisi statistica multivariata (**chemiometria**) applicata ai dati spettroscopici ottenuti, è una delle tecniche che permette di ottenere la **“impronta digitale”** di un campione.



## Il Progetto

**Obiettivo:** messa a punto di metodi di analisi basati sulla spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) per la caratterizzazione della mozzarella di bufala.

Il progetto si è proposto di **avviare lo sviluppo di un modello** in grado di verificare la provenienza di campioni incogniti.

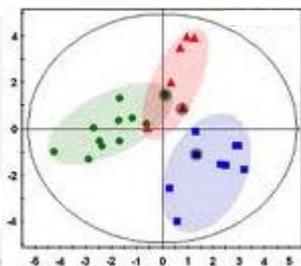


## Il Progetto



Sono stati analizzati campioni di mozzarella di bufala prodotti in zone interne ed esterne a quelle definite dal disciplinare della “Mozzarella di Bufala Campana DOP” al fine di individuare caratteristiche del prodotto riconducibili alla zona di provenienza.

Utilizzando la Spettroscopia NMR i migliori risultati sono stati ottenuti analizzando soluzioni di estratti di mozzarella. In particolare sono stati effettuati esperimenti in cui il nucleo di osservazione è  $^1\text{H}$  utilizzando la tecnica di presaturazione per ridurre l'assorbimento dei nuclei  $^1\text{H}$  dell'acqua.



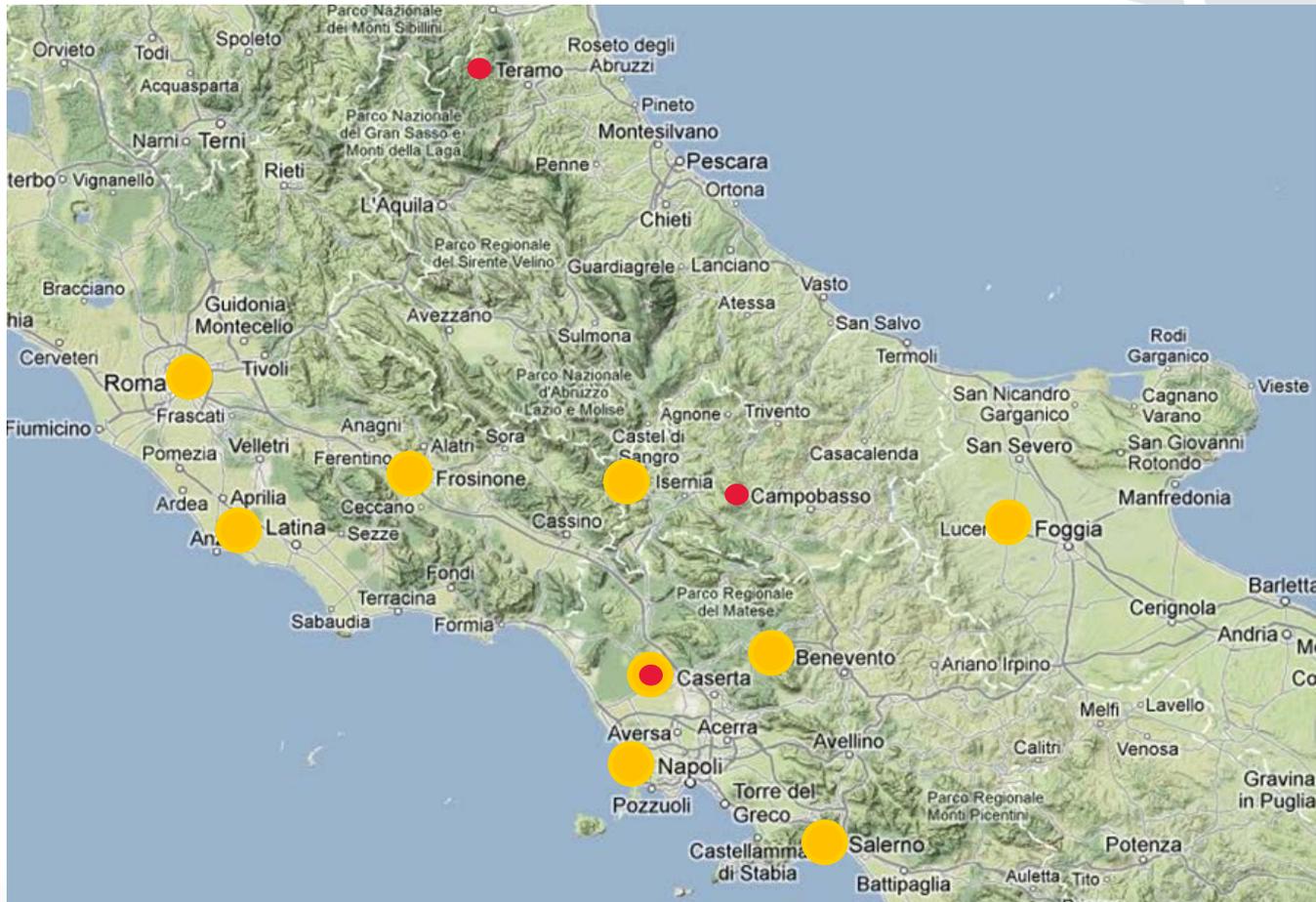
I dati spettroscopici ottenuti sono stati trattati statisticamente utilizzando la tecnica di Analisi delle Componenti Principali (PCA), tecnica che evidenzia le regioni di massima varianza presenti tra i diversi spettri.





ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO

# Il campionamento



- *Zone definite nel disciplinare di produzione*
- **Campionamento effettuato nella zona del Casertano, in provincia di Campobasso e Teramo.**



# Il metodo di analisi

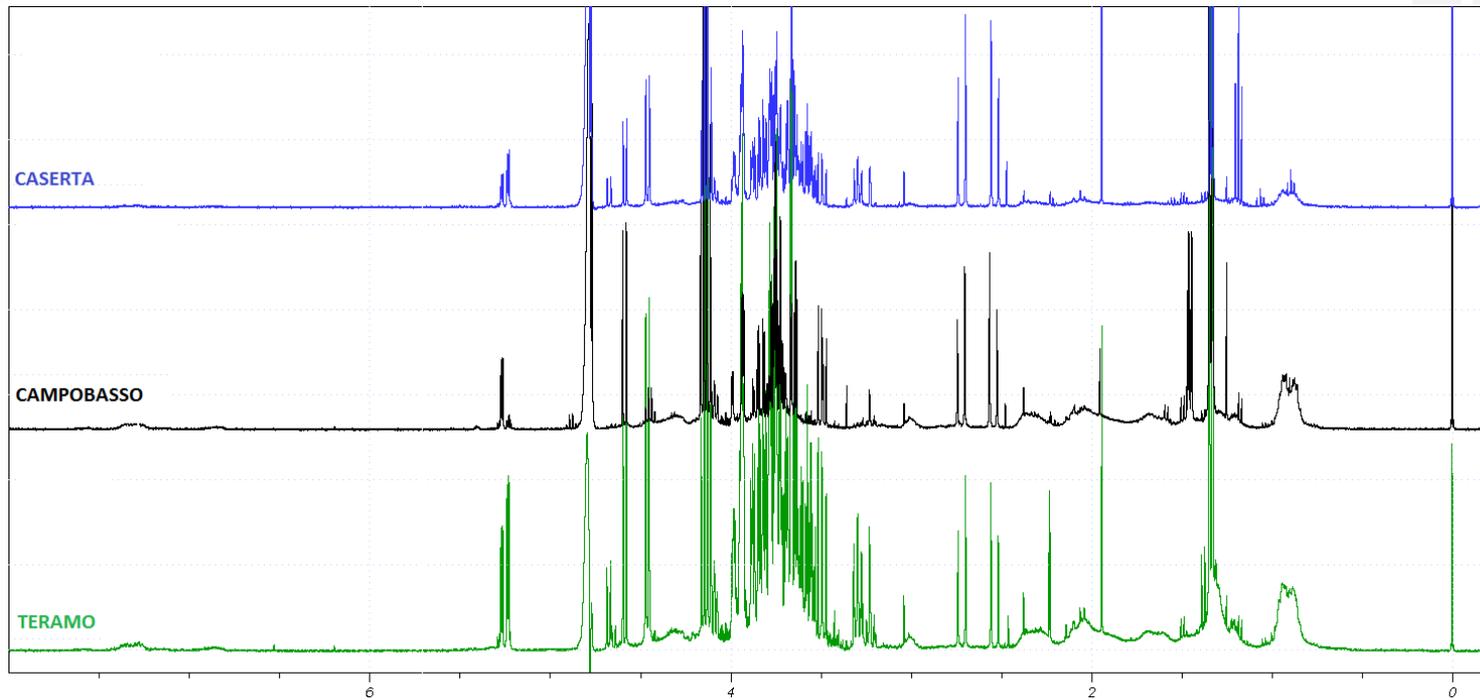


aliquota di omogeneizzato  
+  
standard interno in D<sub>2</sub>O

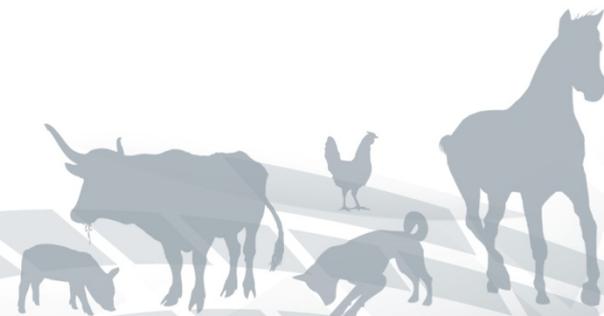




# Gli spettri

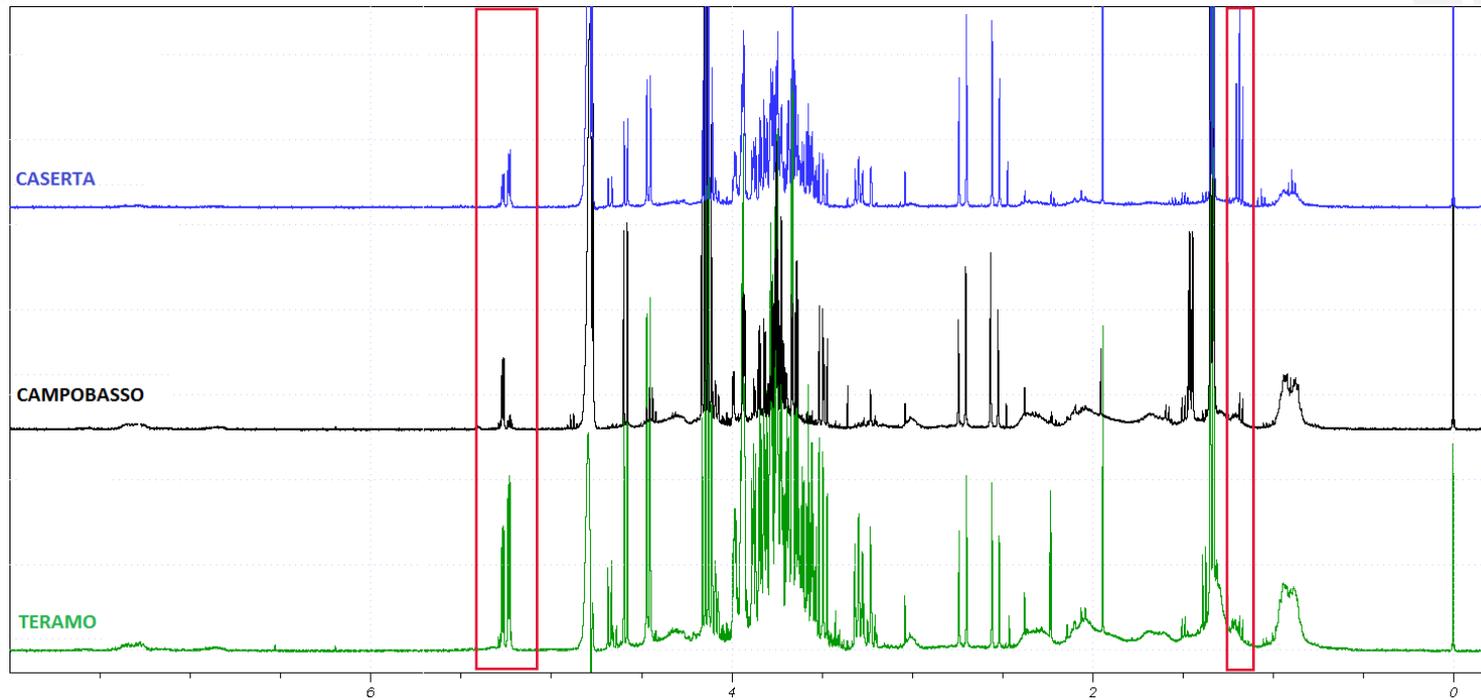


Sovrapposizione di spettri relativi a campioni provenienti dalle diverse località. Difficile l'interpretazione delle possibili differenze tra i vari campioni.





# Gli spettri



Sovrapposizione di spettri relativi a campioni provenienti dalle diverse località. Difficile l'interpretazione delle possibili differenze tra i vari campioni.

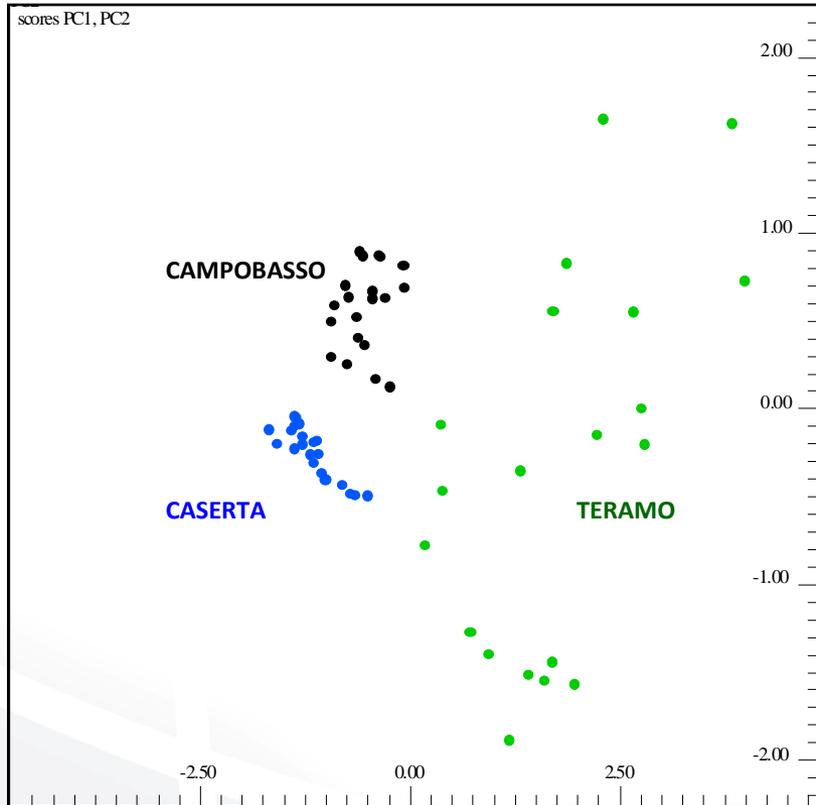


**Analisi Statistica  
Multivariata**



# Principal Components Analysis

## PCA: scores plot



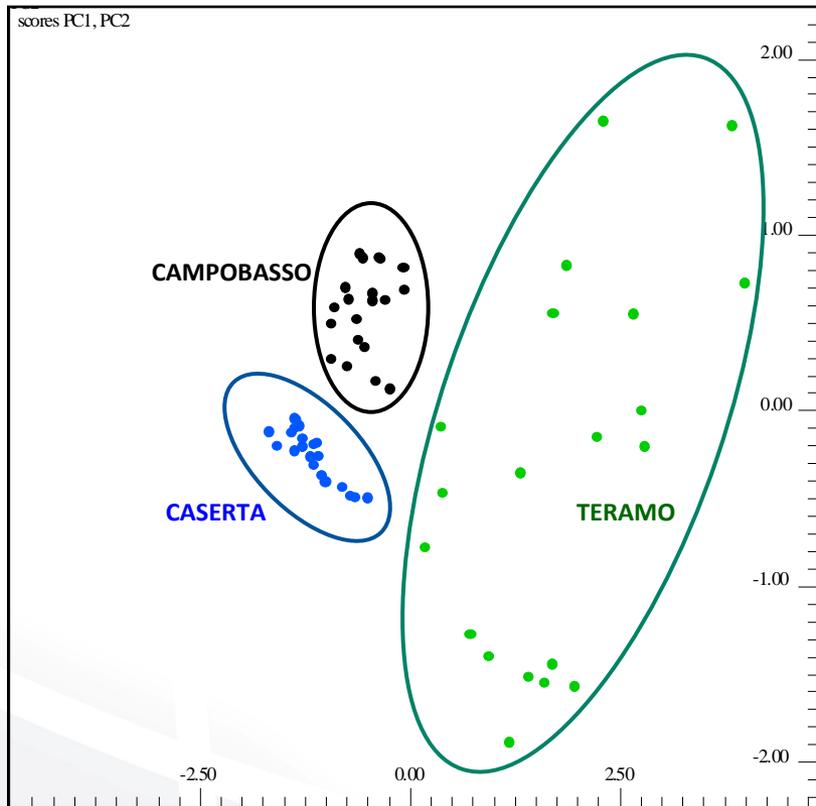
Analisi statistica multivariata  
effettuata su 60 campioni  
provenienti dalle 3 località.





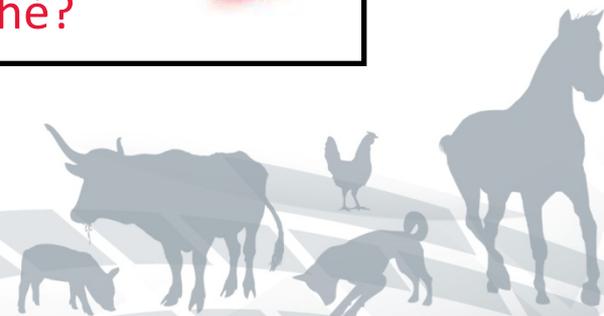
# Principal Components Analysis

## PCA: scores plot

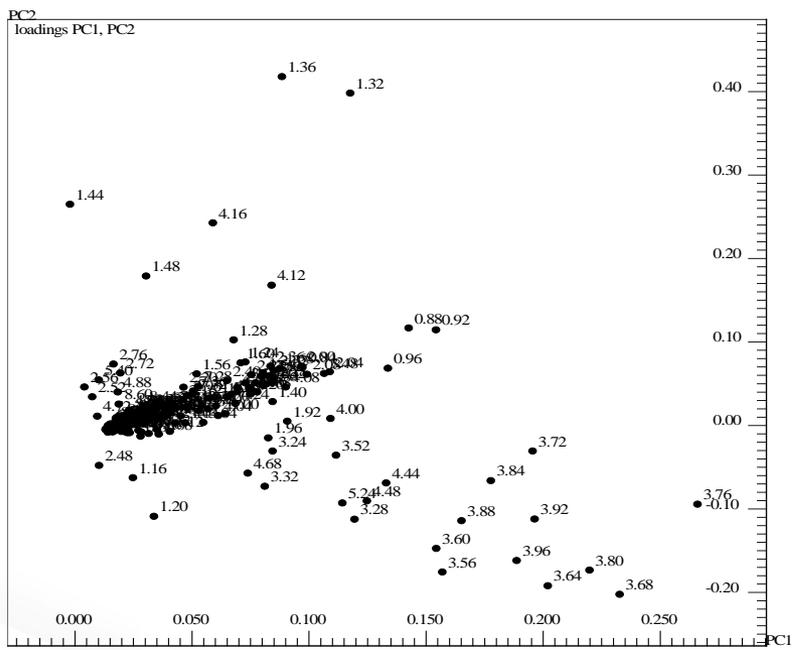


Si osserva che campioni provenienti da zone geografiche diverse si posizionano in differenti aree dello scores plot.

...i campioni si dividono in gruppi... ma perchè?



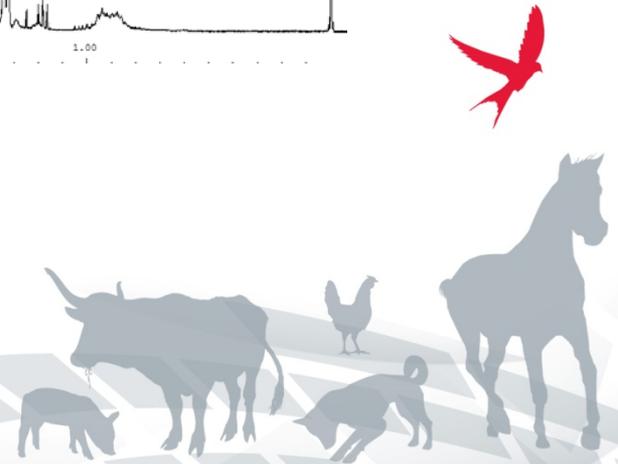
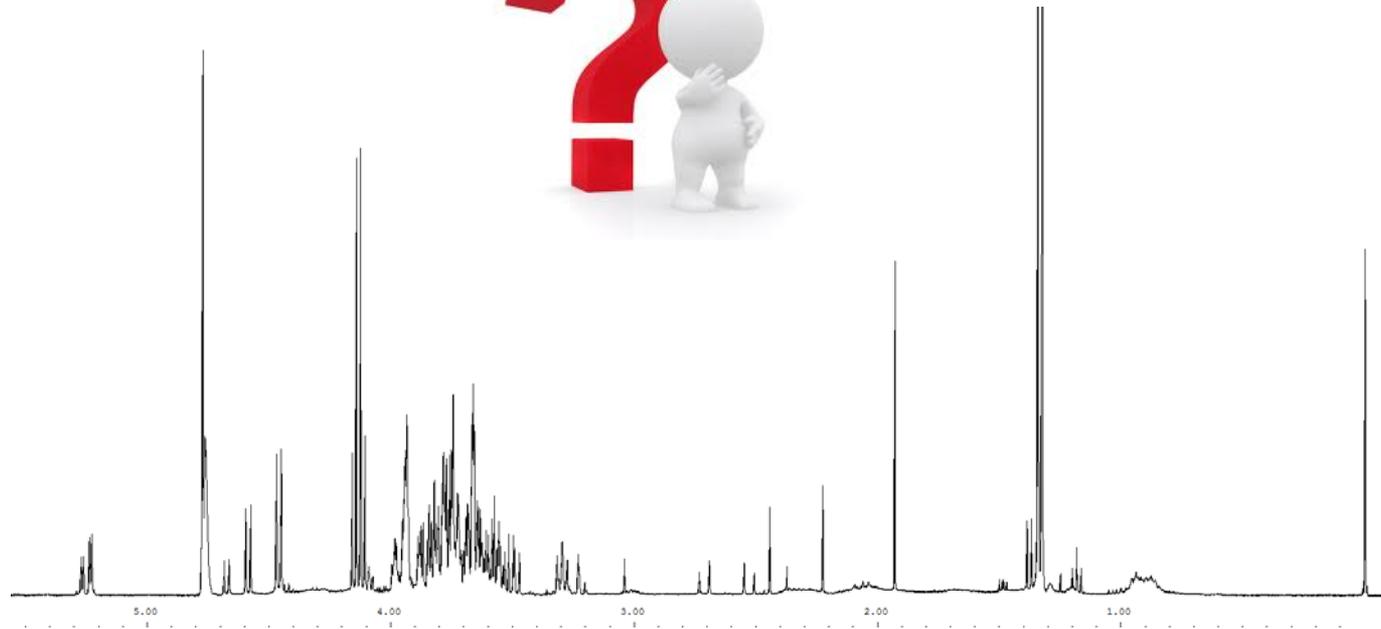
# Principal Components Analysis PCA: loadings plot



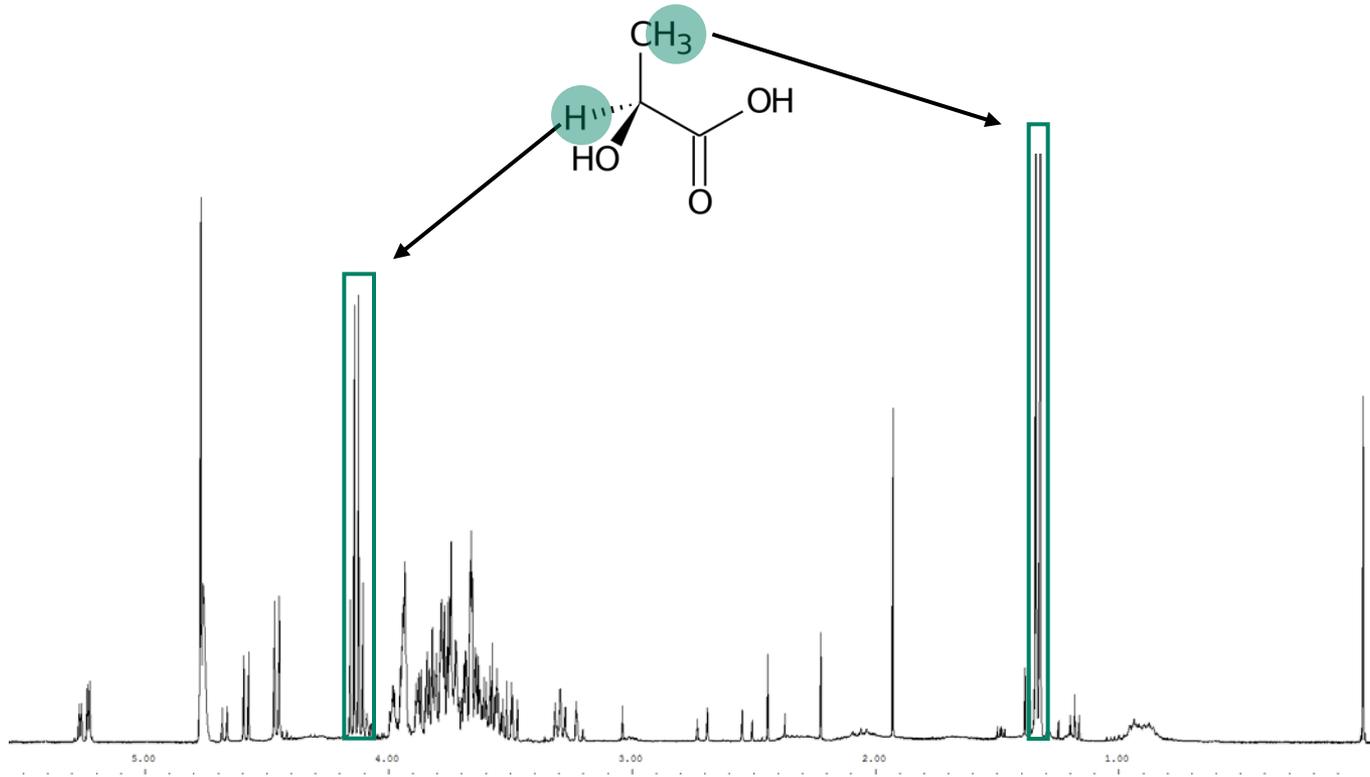
Quanto visto deriva da un'analisi molto complessa da cui è possibile capire quali sono i metaboliti che portano a questi risultati.



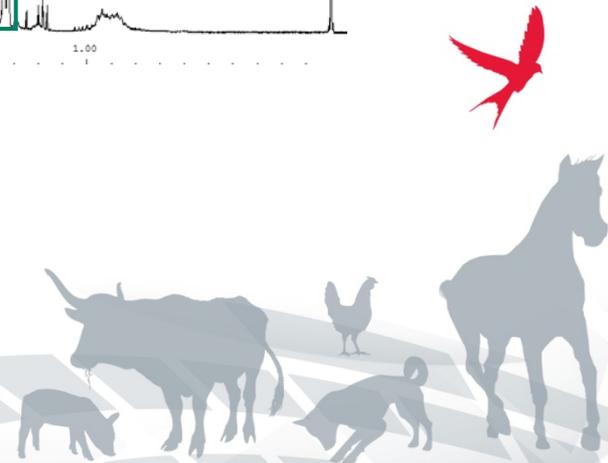
# ...qualche esempio...



# ...qualche esempio...



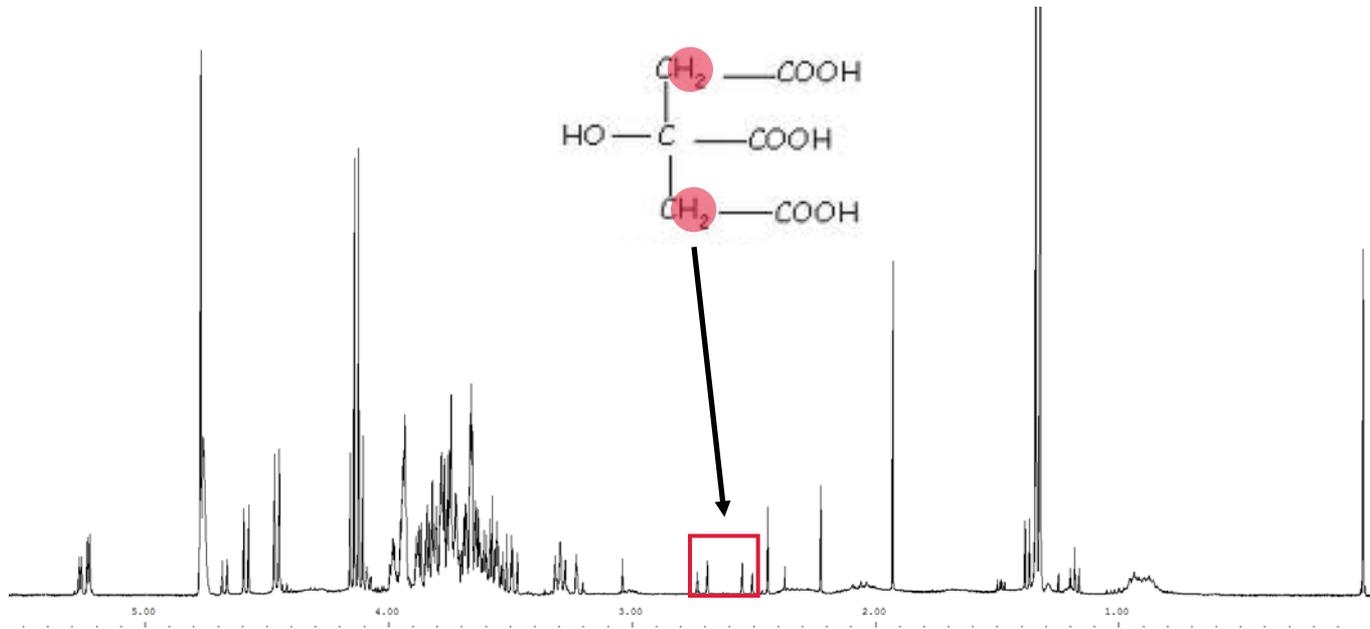
**acido lattico**



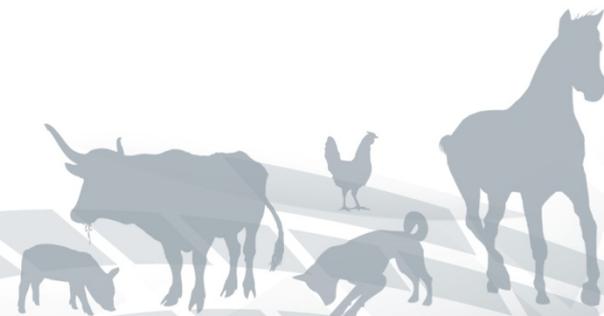


ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO

...qualche esempio...



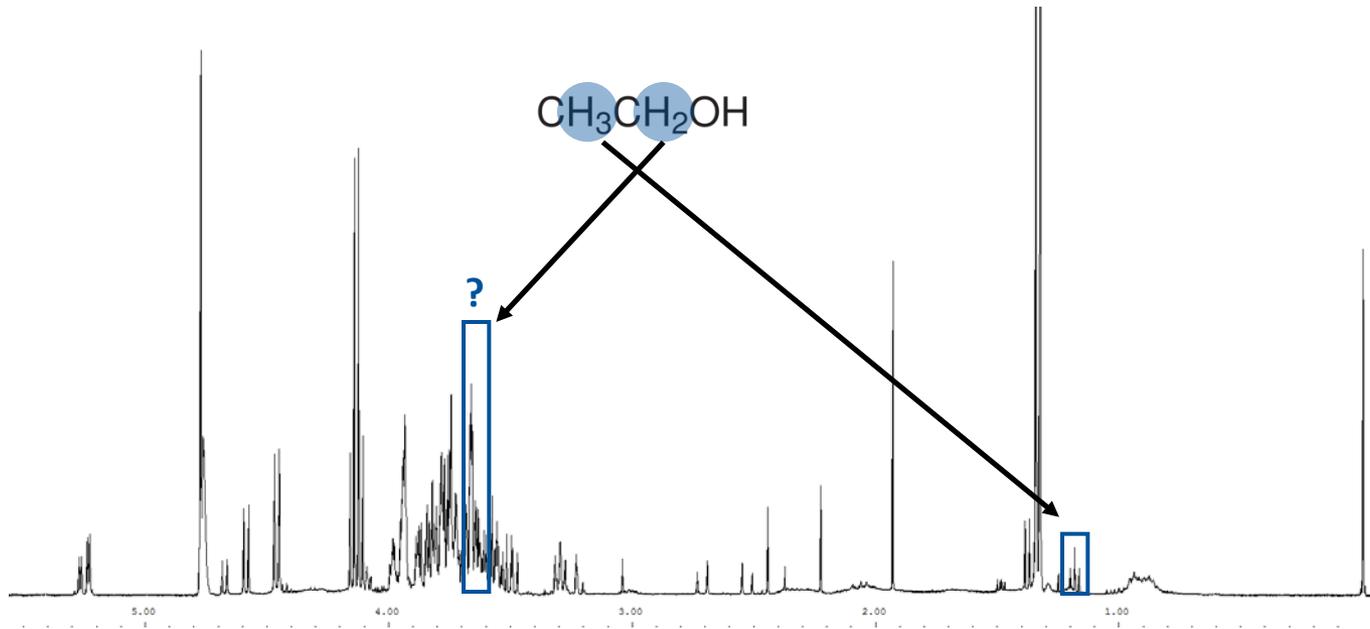
acido citrico





ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO

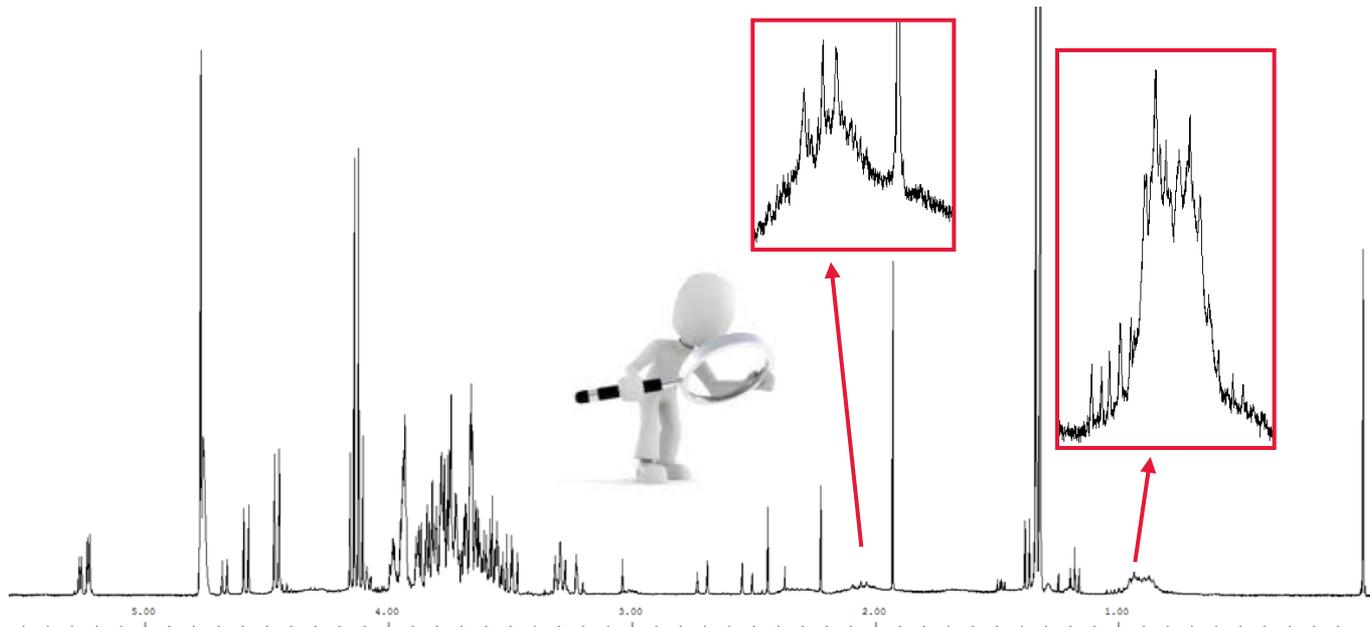
...qualche esempio...



etanolo



## ...qualche esempio...

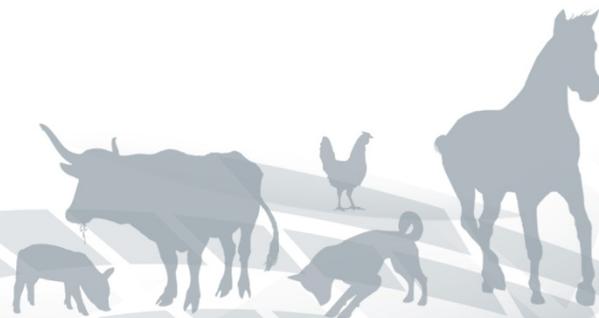


Anche segnali poco intensi e di difficile attribuzione contribuiscono a rendere unica l'impronta digitale di un campione



## Attività in corso

- ✓ Casefici selezionati per lo studio: 10
- ✓ Campioni prelevati: 165
- ✓ Stagionalità: inverno, primavera, estate
- ✓ Raccolta di informazioni dai produttori
- ✓ Formazione del personale sullo strumento NMR
- ✓ Formazione del personale sulla chemiometria
- ✓ Utilizzo di esperimenti NMR più complessi
- ✓ Studio della ripetibilità strumentale



## Conclusioni

L'utilizzo della tecnica NMR, in combinazione con l'analisi statistica multivariata, mostra la possibilità di differenziare i campioni di mozzarella di bufala in funzione dell'origine geografica.

È fondamentale aumentare il numero di campioni e delle aziende coinvolte ed estendere l'area geografica di campionamento.

L'obiettivo finale è la creazione di una banca dati adeguata che possa portare ad un modello analitico "consistente" in grado di verificare l'origine geografica di campioni incogniti.



## Conclusioni

L'utilizzo della tecnica NMR, in combinazione con l'analisi statistica multivariata, mostra la possibilità di differenziare i campioni di mozzarella di bufala in funzione dell'origine geografica.

È fondamentale aumentare il numero di campioni e delle aziende coinvolte ed estendere l'area geografica di campionamento.

L'obiettivo finale è la creazione di una banca dati adeguata che possa portare ad un modello analitico "consistente" in grado di verificare l'origine geografica di campioni incogniti.





ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO

# Elenco dei collaboratori al progetto

## Progetto IZS AM 0908

**Dr. Giampiero Scortichini, Responsabile Scientifico del Progetto**

**Dr.ssa Alessandra Micozzi, Chimico**

**Dr.ssa Arianna Stramenga, Chimico**

**Dr.ssa Barbara Angelone, Chimico**

**Dr.ssa Loredana Annunziata, Chimico**

**Dr.ssa Valeria Melai, Chimico**

**Dr. Salvatore Milone, Chimico**





ISTITUTO G. CAPORALE  
TERAMO



# Grazie per l'attenzione

Per contatti:

[g.scortichini@izs.it](mailto:g.scortichini@izs.it)

[a.micozzi@izs.it](mailto:a.micozzi@izs.it)

[s.milone@izs.it](mailto:s.milone@izs.it)

