



Dr. Francesco Serrapica  
*francesco.serrapica@unina.it*



# I FORAGGI IDROPONICI

# Agricoltura irrigua

Nel nostro Paese, il settore agricolo assorbe circa la metà (48%) dell'intera domanda di acqua del Paese, seguito da quello civile e industriale (19%) e dagli usi energetici (14%)

**Uso sostenibile della risorsa idrica:** l'accesso al premio unico aziendale (PAC) è vincolato al rispetto di norme di buona pratica agricola (eco-condizionaità)

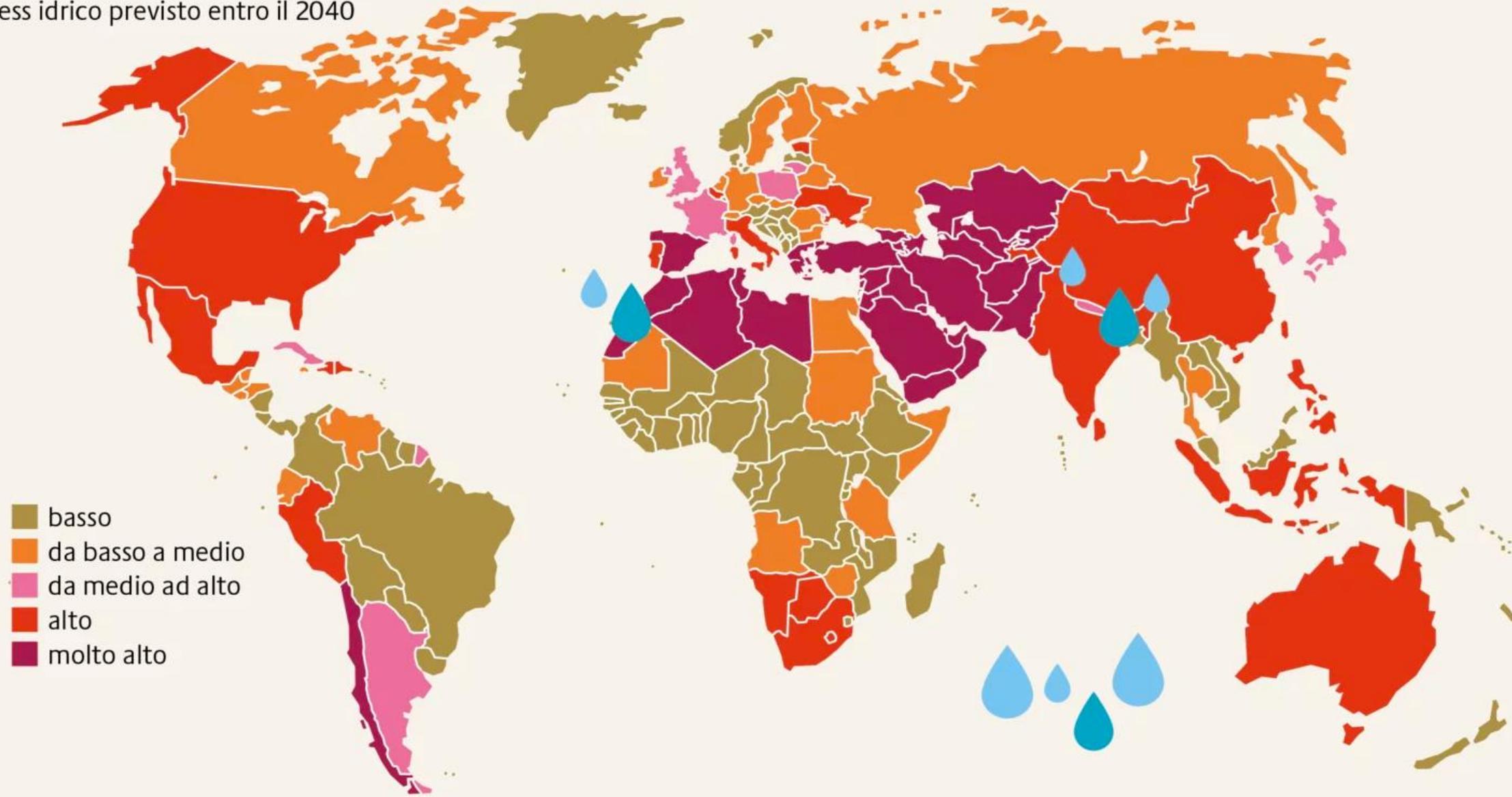
**Cresce la domanda di acqua:** il turismo è il principale antagonista dell'agricoltura

**L'influenza dei cambiamenti climatici :** crescente tropicalizzazione

- ✓ maggiore frequenza di eventi estremi caratterizzati da precipitazioni intense concentrate solo in alcuni periodi dell'anno, alternate a prolungati periodi di siccità. Negli ultimi 20 anni, la porzione di territorio nazionale colpita da fenomeni siccitosi è passata dall'8% al **20%**

## PREVISIONI FOSCHE

Stress idrico previsto entro il 2040



Lo stress idrico si verifica quando c'è uno squilibrio tra il consumo di acqua e le risorse idriche disponibili o rinnovabili

# La metamorfosi del territorio italiano: uso del suolo

## Suolo Agricolo

CORINE Land Cover (ISPRA, 2018)

Mappatura dell'uso e della copertura del suolo e delle sue variazioni (1990-2018)

Il processo più significativo in atto, in Europa e nel nostro Paese, è rappresentato dalla progressiva diminuzione della superficie destinata all'uso agricolo, spesso in maniera indipendente dalla fertilità e dalla produttività dei terreni (circa i tre quarti dei cambiamenti di uso del suolo avvenuti in Italia tra il 1960 e il 2017 sono dovuti a questa tipologia di trasformazione)

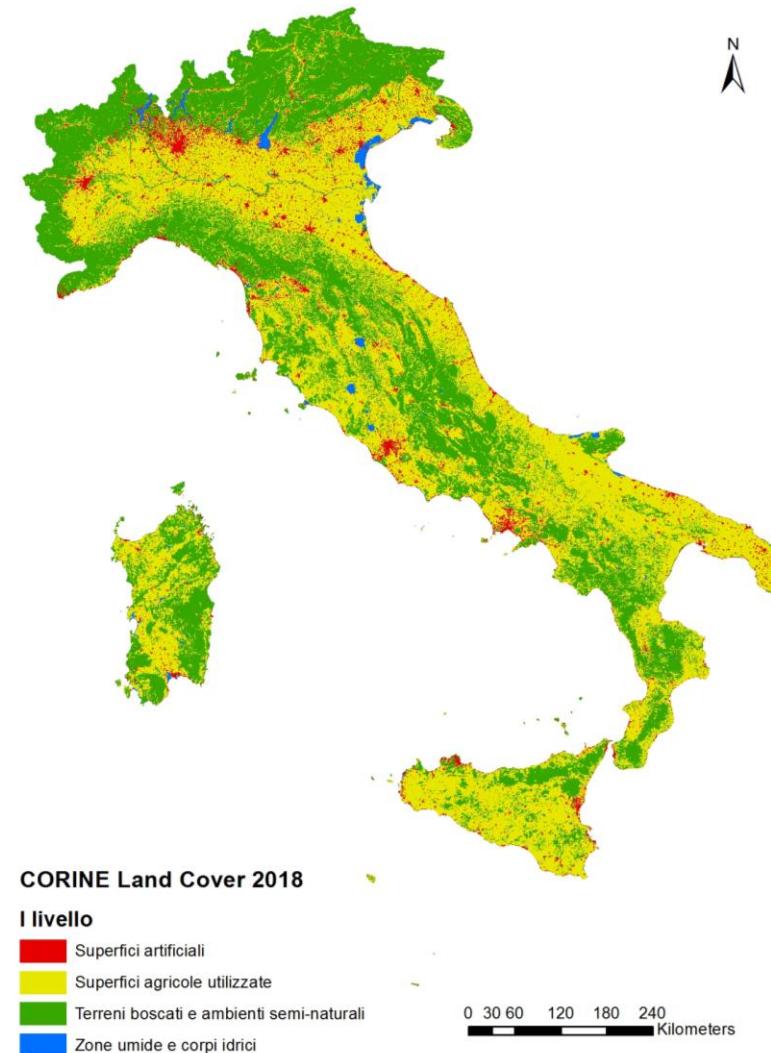
# La metamorfosi del territorio italiano: uso del suolo

L'aggressione al suolo agricolo avviene contemporaneamente su due fronti:

- espansione dei territori boscati e degli ambienti semi-naturali, in particolare nelle aree interne e montane/collinari, determinata da fenomeni di abbandono culturale con successiva ricolonizzazione del territorio da parte delle superfici forestali
- aumento delle aree artificiali, in particolare nelle pianure e lungo le coste e i fondovalle (+180% dalla fine degli anni '50)

Le superfici a copertura artificiale in Italia superano il 7.26%, concentrandosi prevalentemente in aree urbane e agricole e mostrando una tendenza alla crescita

# La metamorfosi del territorio italiano: uso del suolo





# Piana del Sele

“mar de plástico” italiano (secondo territorio europeo per densità di impianti serricoli)

# La metamorfosi del territorio italiano: uso del suolo

Nel Salernitano, su una superficie complessiva di circa 10mila ettari coltivati ad ortaggi (86% solo in Piana del Sele), l'area degli impianti di serre già realizzati arriva al 70% e ci sono previsioni di crescita di almeno un ulteriore 15%

- Problemi idrologici: impermeabilizzazione del terreno, alluvioni ed esondazioni
- Qualità delle acque di falda: “picchi di nitrati”
- Alterazione del microclima
- Aumento del prezzo dei terreni



**Raddoppiati in dieci anni!**



# Coltivare senza terra? L'alternativa versatile dell'*indoor growing*

La coltivazione *indoor* è una tecnica che permette di coltivare essenze orticole, da fiore e frutto all'interno di un ambiente chiuso (*grow unit*)

*L'indoor growing* è in forte crescita negli ultimi anni poiché consente di coltivare colture di qualsiasi tipologia, che chiedono esigenze climatiche differenti e stagionalità cicliche

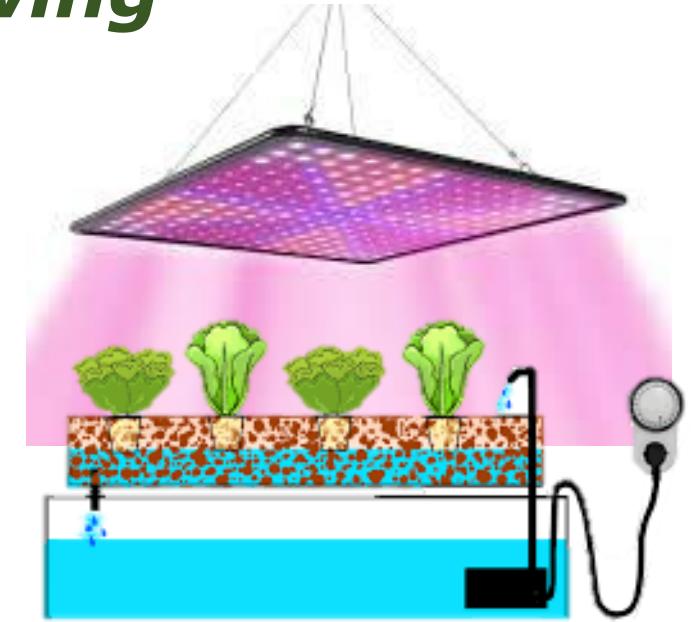
Soddisfa la crescente richiesta di prodotti freschi a km 0 prodotti con metodi più sostenibili nei grossi centri urbani (fasce di consumatori a reddito elevato)



Aumento dell'efficienza nell'uso delle risorse idriche e del territorio, riducendo l'applicazione di pesticidi e migliorando le caratteristiche qualitative

# Coltivare senza terra? L'alternativa versatile dell'*indoor growing*

- ✓ Illuminazione artificiale
- ✓ Soluzione nutritiva
- ✓ Differenti substrati
  - **inorganico** o inerte (argilla espansa, pomice)
  - **organico** (torba, fibra di cocco)
  - **mezzo liquido** (Nutrient Film Technique NFT, floating system, aeroponica: si parla in questo di idroponica vera e propria)



## Information technology

Sviluppo su più livelli → ***vertical farming***





# L'alternativa versatile dell'*'indoor growing*

**Quale prodotto?**

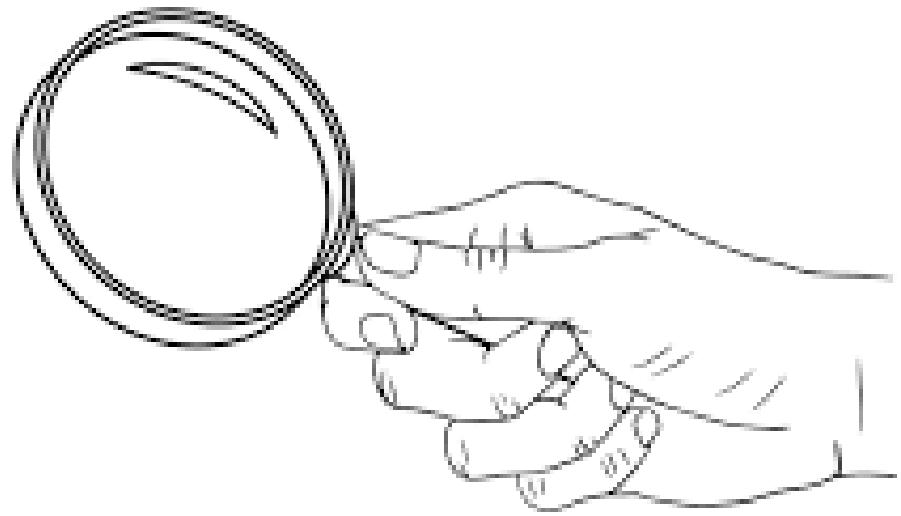
**taglia bassa e ciclo breve** (insalate e erbe aromatiche)



*"Le vertical farm riempiono il contorno del piatto, non il centro"* (Jonathan Foley)

**A quali costi?**

**Quale sostenibilità?**



**Foraggi  
idropontici**

# Cosa sono?

Germogli di specie ad elevata germinabilità e rapida crescita iniziale ottenuti fuori suolo attraverso cicli produttivi di breve durata

- Generalmente graminacee: orzo *in primis*
- Intervallo semina-raccolta: 6-8 giorni
- Uso di input produttivi limitato dove le condizioni ambientali lo consentono (soglie termo-igrometriche elevate)
- Esclusivo impiego di acqua (soluzione nutritiva *sensus lato*)





# La tecnica del germogliamento

1. I semi vengono messi in vassoi o su nastri trasportatori

1



2. I semi vengono lasciati germinare in condizioni ambientali controllate

2



3. In breve tempo (4-7 d) si ottiene un foraggio verde poco fibroso

3





## Il prodotto finale

Radici, semi e parte aerea delle piantine

12 - 14 cm in altezza

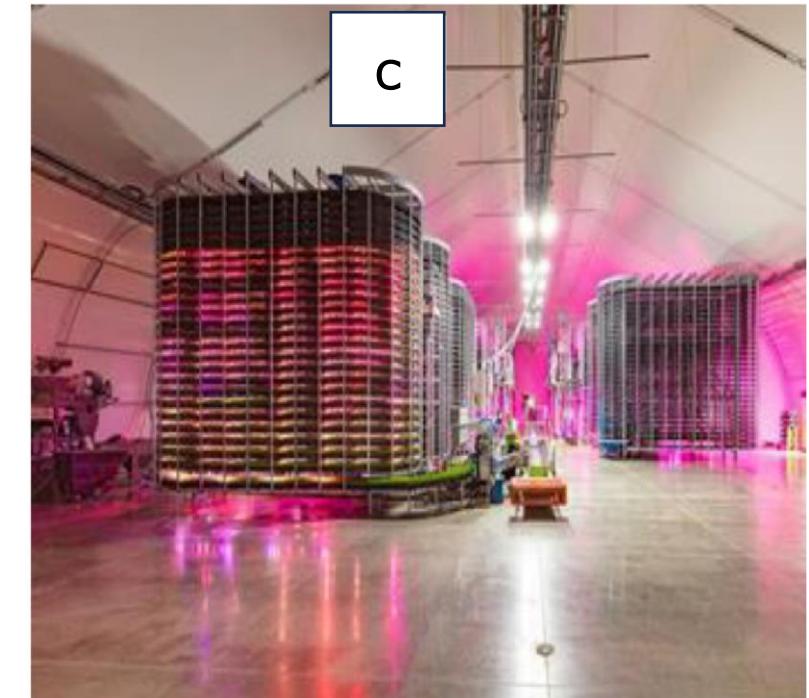
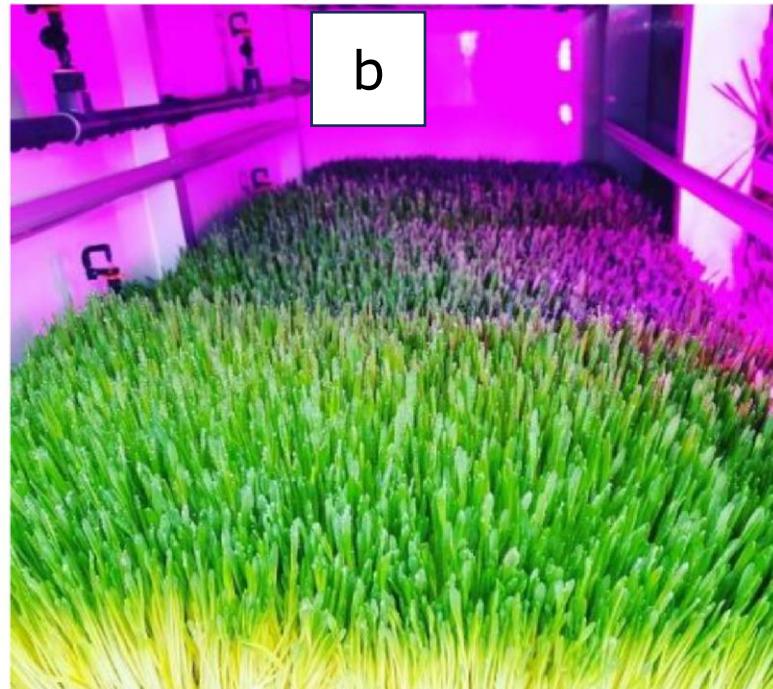


Produrre germogli dai semi di cereali è un modo comune ed economico per compensare la carenza stagionale di foraggio fresco nelle aree siccitose dell'Africa e dell'Asia



# Verso una produzione su larga scala.....

Numerose start-up si sono costituite col fine di sviluppare tecnologie adatte alla produzione foraggio in ambiente controllato, soprattutto negli Stati Uniti, in Australia e medio Oriente (Golfo Persico)



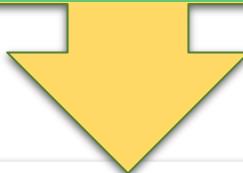
*Produzione di foraggio in ambiente controllato: serra (a), container (b), vertical farm (c)*

# Impianti di tipo industriale

Processo completamente automatizzato

Riduzione dei costi di manodopera

Elevate produzioni giornaliere

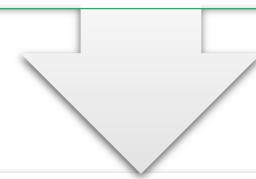


## Soluzioni prospettate

Produzione di foraggio senza terra

Limitati consumi idrici

Disponibilità di foraggio tutto l'anno



## Allevamenti

Opzione interessante per le aziende zootechniche con scarsa disponibilità di terra

# Uso in alimentazione animale

La ricerca on-line per il termine “foraggio idroponico” restituisce siti entusiastici che mostrano bovine (e non solo) divorare germogli felicemente “come farebbe un vegetariano davanti a un’insalata”

Cosa c’è di meglio che alimentare le bovine con i germogli!

## Cosa sappiamo realmente?



- Vasto corpus di letteratura, purtroppo quasi sempre di tipo aneddotico
- Buona parte delle esperienze documentate è riferita a esperimenti su piccola scala realizzati nelle condizioni operative tipiche del sud est-asiatico o del nord Africa
- Quasi sempre usati in razione come sostituti parziali dei concentrati (dunque a basse dosi!)
- Scarse informazioni sulla qualità dei prodotti ottenuti da animali alimentati con foraggi idroponici
- Impatto sul ciclo di vita dei prodotti di origine animale non affrontato

# Questioni aperte



Quale è il valore nutrizionale dei foraggi idroponici?

Quali rese e con quale efficienza?

Possono essere un'alternativa ai foraggi tradizionali  
nell'alimentazione dei ruminanti?

Quali effetti sulla produzione quanti-qualitativa?

Con quali costi?

# La nostra ricerca



Cerase  
Azienda  
Agricola



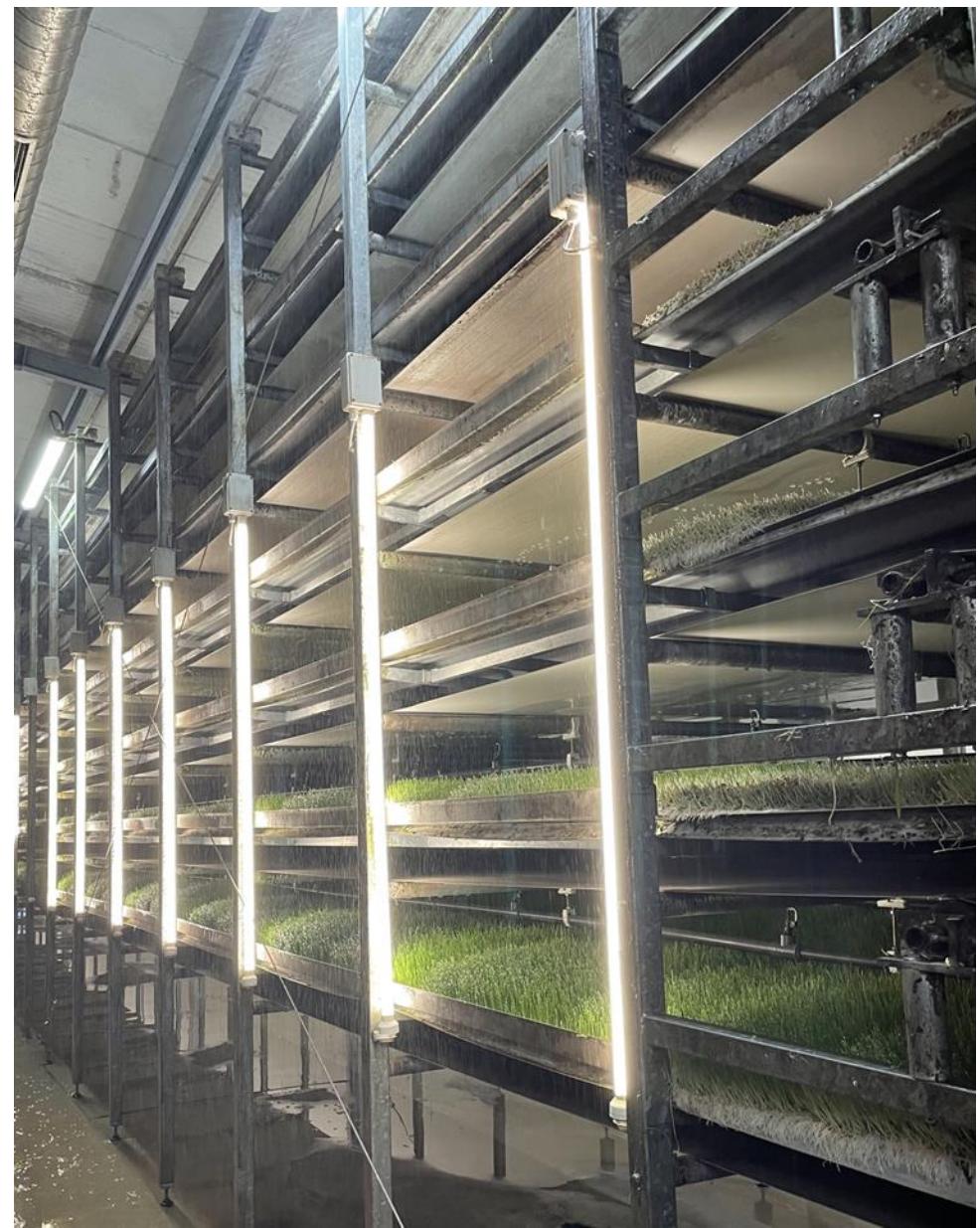
Test di crescita e valore  
nutrizionale

Prove di alimentazione

Uso di acque reflue

# L'impianto

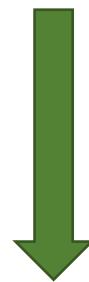
- EA-38\*2, Eleusis International, Spagna
- Produzione indoor (capannone in lamiera coibentata; 8 m x 100 m x 7 m)
- Due linee di produzione parallele con 7 nastri trasportatori
- Carico e scarico dei nastri di crescita completamente automatizzato
- Controllo dei parametri ambientali da remoto
- Temperatura ~ 15-18°, acqua nebulizzata (UR ~ 70%) illuminazione artificiale (24 W)



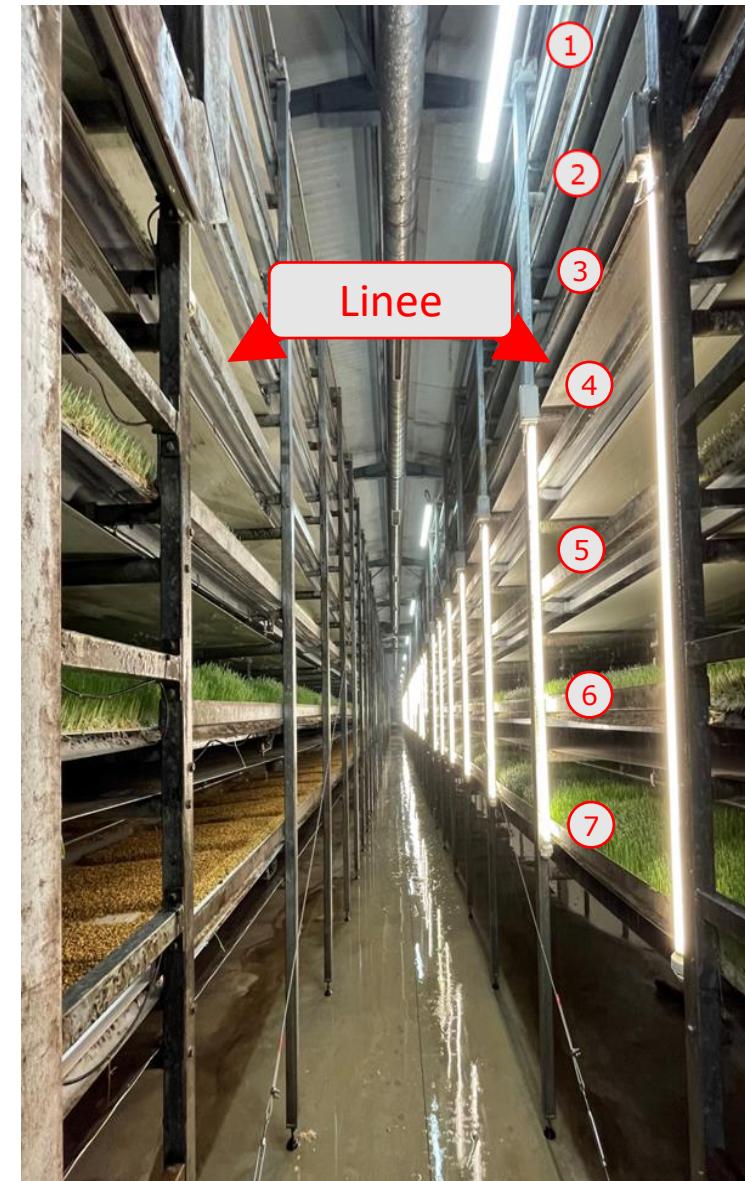
# L'impianto

**Ciclo produttivo della durata di 7 giorni**

Giornalmente 2 linee vengono scaricate e  
riseminate in sequenza



**Produzione giornaliera di circa 6000 kg  
(~ 1000 kg SS)**



# Test di crescita e valore nutrizionale

Resa in biomassa, profilo nutrizionale e la digeribilità in vitro di germogli ottenuti da specie diverse



*Hordeum vulgare*

*Avena sativa*

*Triticum durum*

*Triticum aestivum* *Medicago sativa*



## Resa in biomassa e indice di muffa di germogli delle diverse specie

	Avena	Grano duro	Grano tenero	Orzo	Medica	ES	P
<b>Resa in biomassa, kg/kg seme</b>	2.96 <sup>d</sup>	3.33 <sup>c</sup>	3.27 <sup>c</sup>	4.64 <sup>b</sup>	9.45 <sup>a</sup>	0.741	***
<b>Sostanza secca, %</b>	27.3 <sup>ab</sup>	24.6 <sup>b</sup>	28.4 <sup>a</sup>	18.5 <sup>c</sup>	8.3 <sup>d</sup>	1.72	***
<b>Resa in sostanza secca, kg/kg seme</b>	0.81 <sup>b</sup>	0.82 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.78 <sup>c</sup>	0.145	**
<b>Indice di muffa<sup>1</sup></b>	0.33 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.141	NS

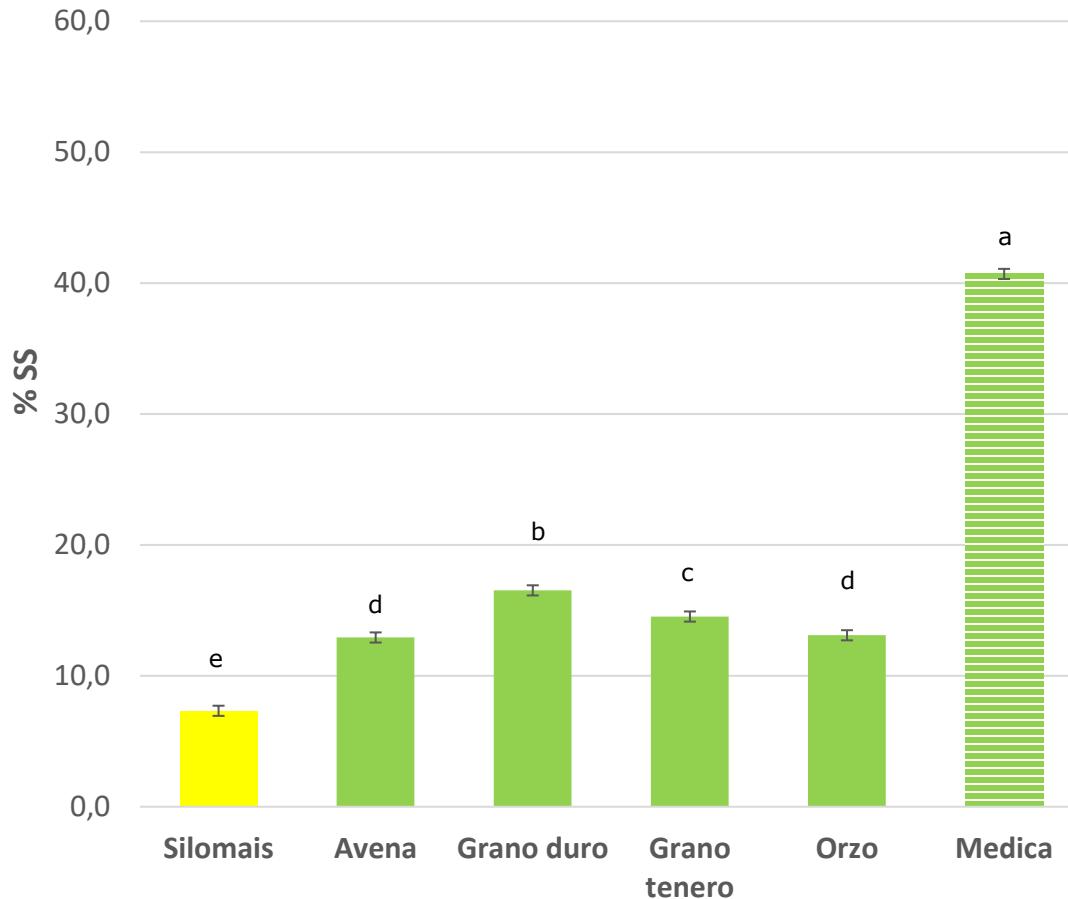
<sup>1</sup> 0 = assenza di muffe; 1 = muffa al 20%; 2 = muffa al 40%; 3 = muffa al 60%; 4 = muffa all'80%; 5 = muffa al 100%  
a, b P<0.05; NS Non significativo



# Composizione chimica di germogli di specie diverse

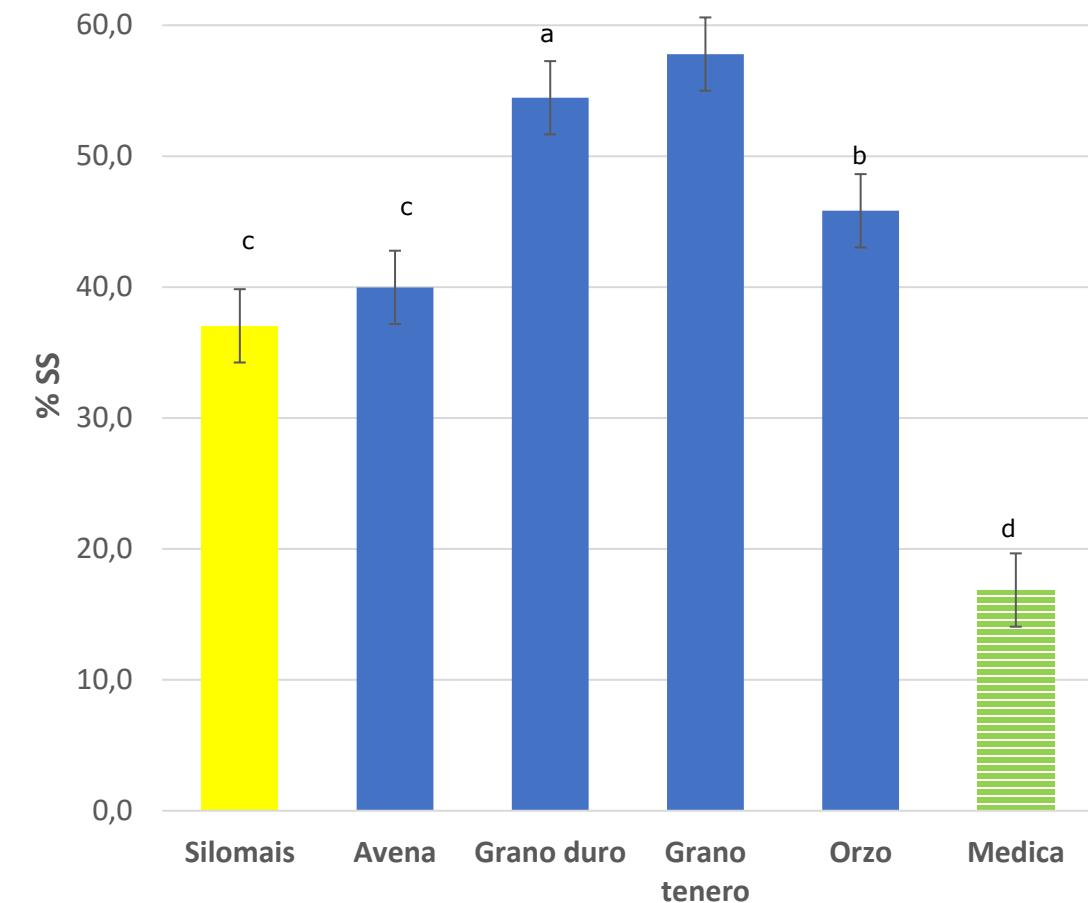
## Proteine grezze

P<0,001



## Carboidrati non strutturali

P<0,001

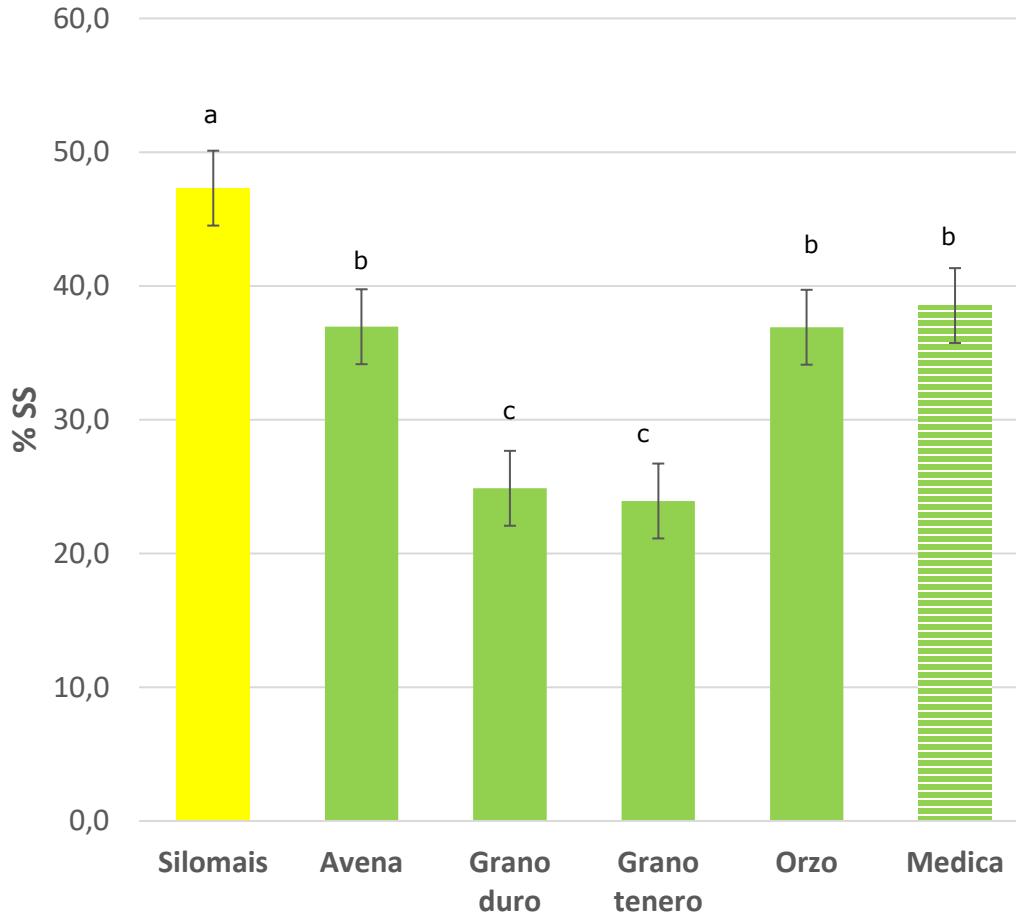




# Composizione chimica di germogli di specie diverse

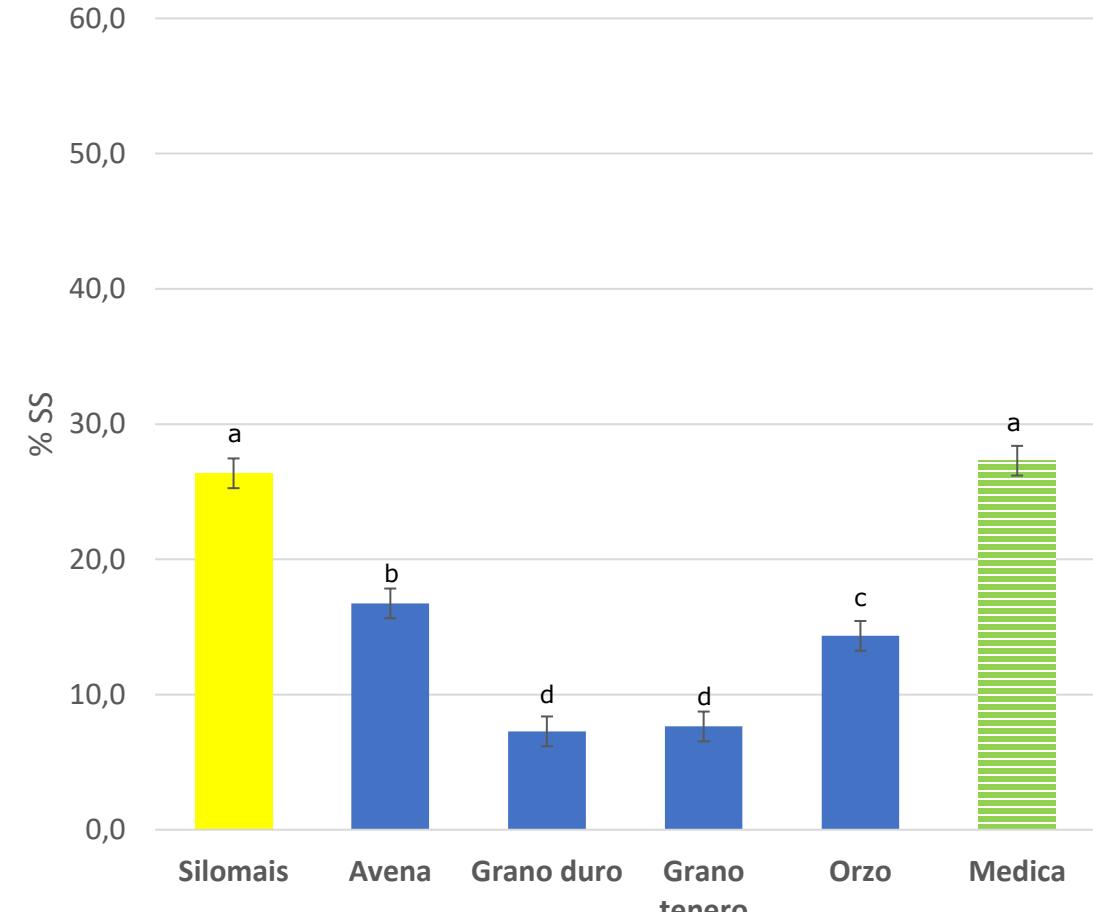
## NDF

P<0,001



## ADF

P<0,001

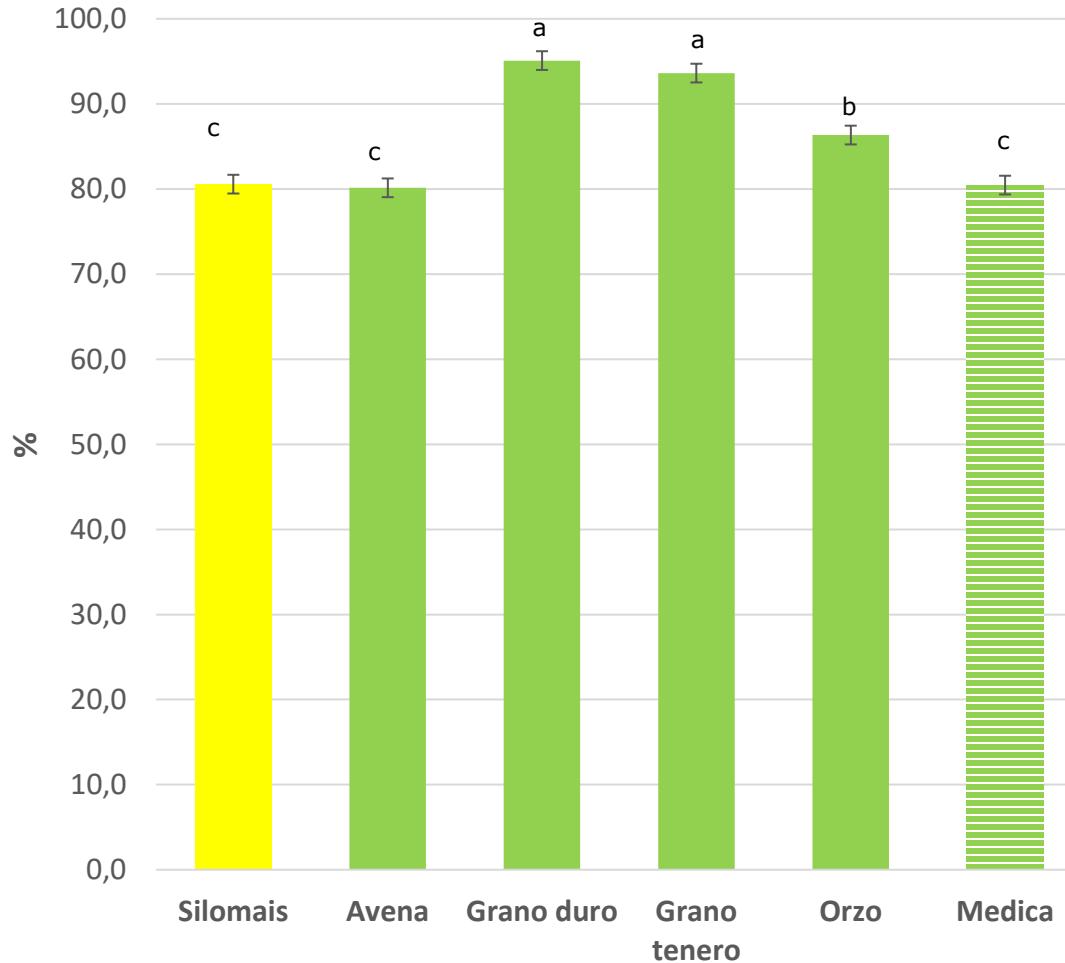




# Composizione chimica di germogli di specie diverse

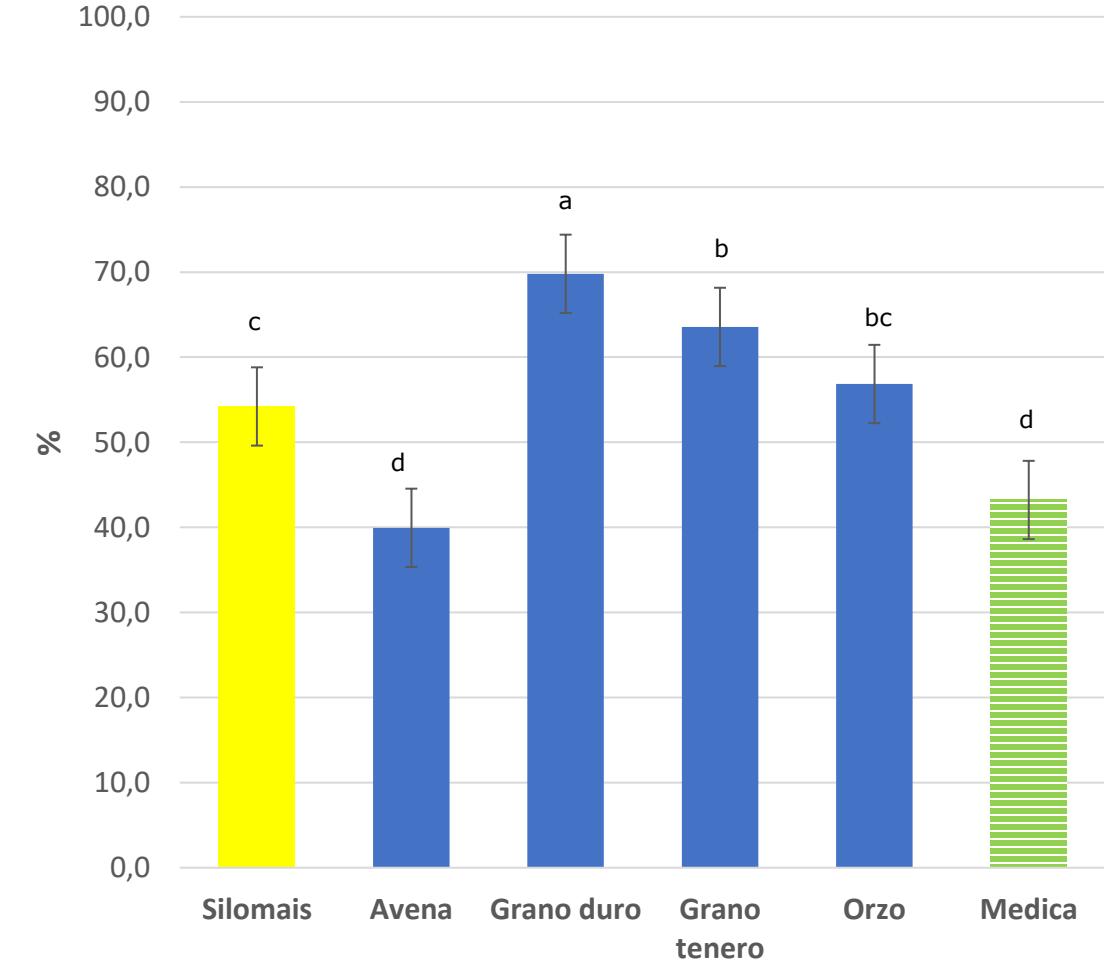
## IVDMD

P<0,001



## IVNDFD

P<0,001



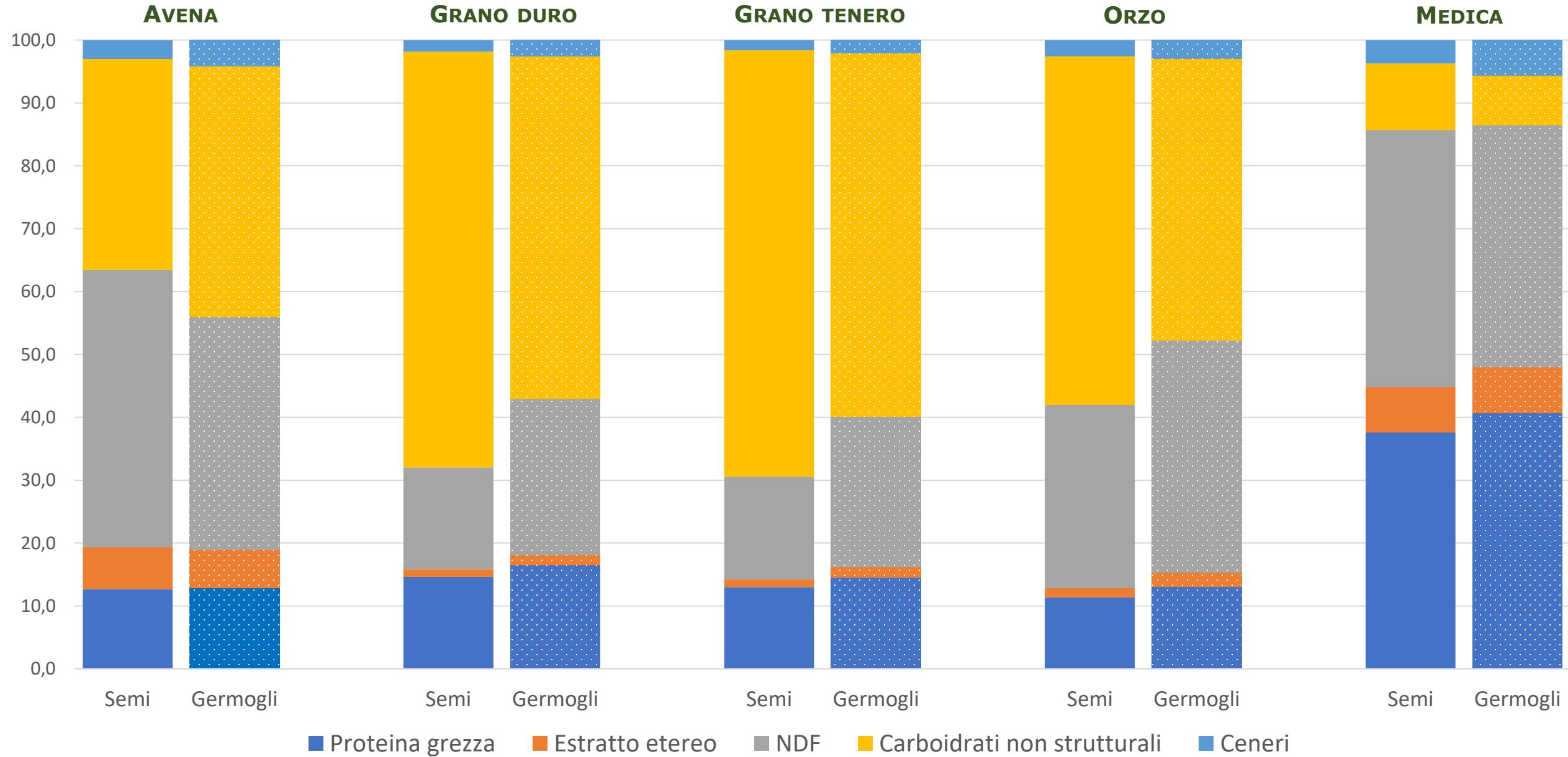


## Indice di conversione dei nutrienti (kg germogli/kg semi)

	Avena	Grano duro	Grano tenero	Orzo	Medica	ES	P
<b>Sostanza secca</b>	<b>0.90<sup>c</sup></b>	<b>0.91<sup>bc</sup></b>	<b>0.93<sup>ab</sup></b>	<b>0.95<sup>a</sup></b>	<b>0.87<sup>d</sup></b>	<i>0.02</i>	**
<b>Ceneri</b>	1.18 <sup>d</sup>	1.34 <sup>c</sup>	1.58 <sup>b</sup>	1.17 <sup>d</sup>	1.70 <sup>a</sup>	<i>0.04</i>	**
<b>Proteina grezza</b>	<b>1.08<sup>d</sup></b>	<b>1.02<sup>d</sup></b>	<b>1.30<sup>a</sup></b>	<b>1.21<sup>b</sup></b>	<b>1.14<sup>c</sup></b>	<i>0.03</i>	***
<b>Estratto etereo</b>	0.92 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.75 <sup>b</sup>	<i>0.01</i>	***
<b>Carboidrati non strutturali</b>	<b>0.88<sup>a</sup></b>	<b>0.82<sup>bc</sup></b>	<b>0.85<sup>ab</sup></b>	<b>0.80<sup>c</sup></b>	<b>0.74<sup>d</sup></b>	<i>0.04</i>	**



# Composizione chimica di semi e germogli di specie diverse



# Take home message

In 7 giorni di ciclo si ha una perdita netta di SS  
- 0.8 Kg di SS da foraggio a partire da 1 kg di SS del  
seme

Rispetto ai semi di partenza, i germogli presentano  
un maggior titolo proteico ma una ridotta  
concentrazione di carboidrati non fibrosi (amido)

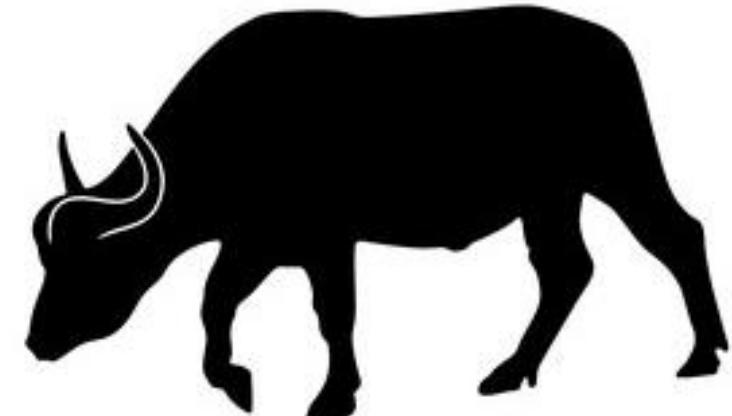
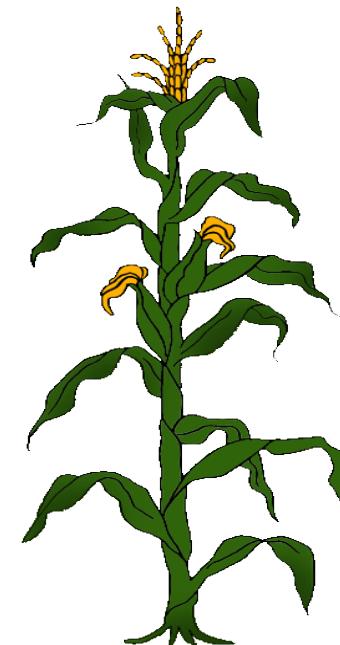
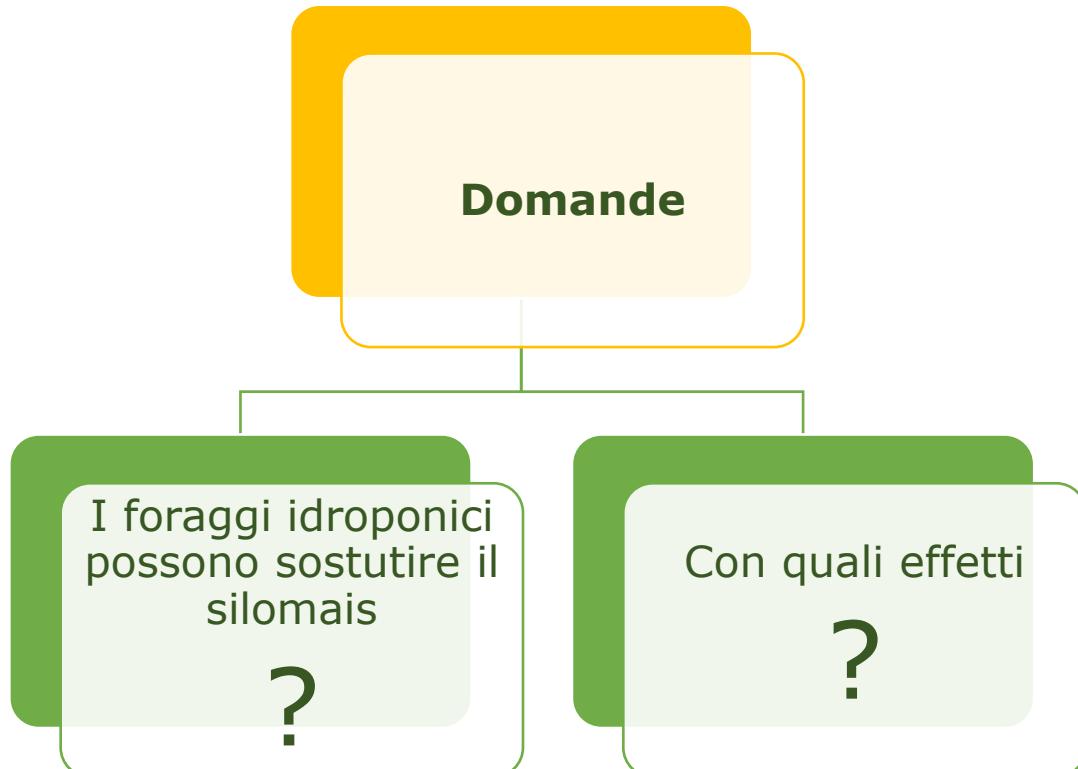
**Il seme di orzo ha le migliori rese in biomassa,  
mentre i germogli di orzo hanno un profilo  
nutrizionale simile a quello dell'insilato di mais**



# Prove di alimentazione

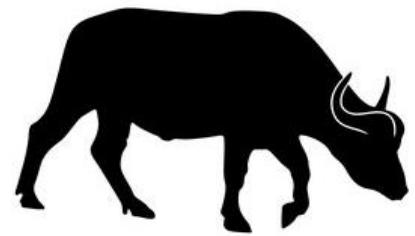
## Allevamenti di bufale da latte

- In competizione con alter attività agricole per l'uso dei terreni agricoli
- Sistema foraggero basato sull'insilato di mais





33 bufale in lattazione



## Prestazione produttive

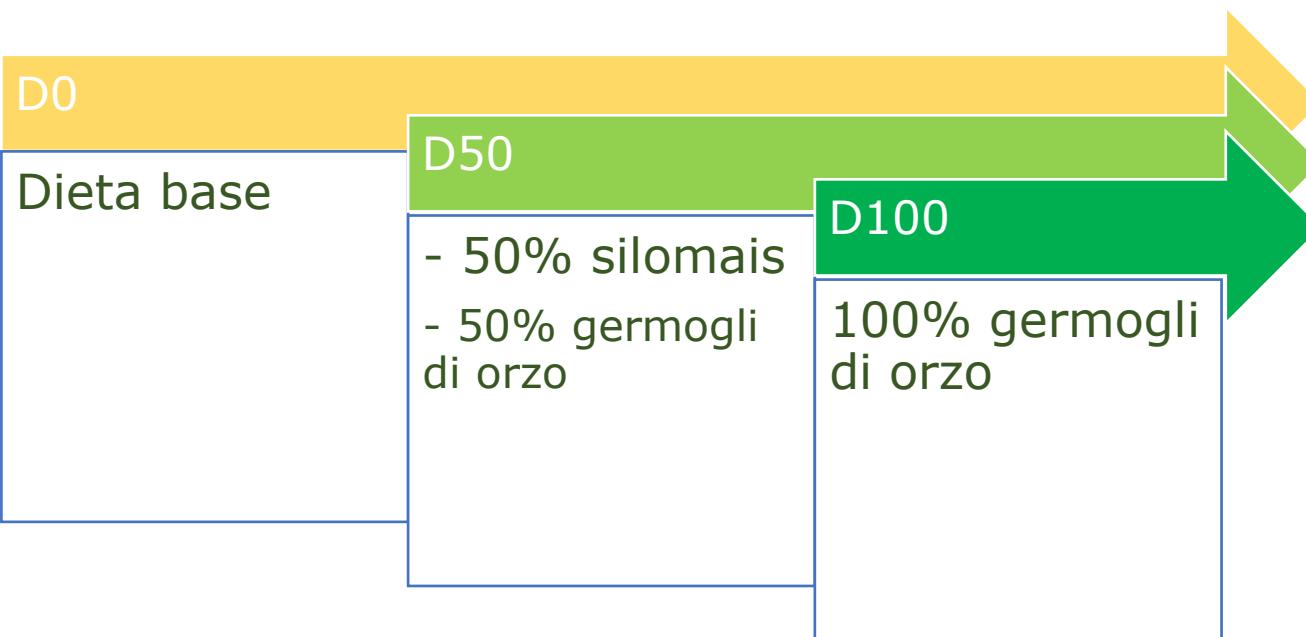
- Ingestione di SS
- Peso vivo
- Condizione corporea
- Produzione lattea

## Qualità del latte

- Composizione
- Caseificabilità
- Resa in mozzarella

## Qualità della mozzarella

- Profilo sconsigliato



## Diete sperimentali

Ingredienti (kg/capo/d)	D0	D50	D100
<i>Silomais</i>	→ 16.0	↓ 9.0	↓ -
<i>Germogli di orzo</i>	-	↗ 16.0	↗ 25.0
<i>Fieno di medica</i>	4.0	4.0	4.0
<i>Fasciato di erba medica</i>	4.0	4.0	4.0
<i>Fieno polifta</i>	1.0	1.0	↗ 2.0
<i>Farina di mais</i>	3.8	3.8	3.8
<i>Concentrati</i>	2.0	2.0	2.0

## Composizione chimica dei foraggi sperimentali

	MS	HBF
SS (%)	35.50	15.40
Ceneri (% SS)	6.04	3.65
Proteina grezza (% SS)	9.03	14.0
Estratto Etereo (% SS)	2.52	3.25
NDF (% SS)	43.41	35.10
ADF (% SS)	22.30	20.17
Amido (% SS)	29.40	11.00
Carboidrati solubili (% SS)	1.35	25.36
Proteina solubile (% PG)	3.06	8.44
Azoto non proteico (% PG)	0.58	6.49
NEL (MJ/kg SS)	5.97	6.00

MS= silomais

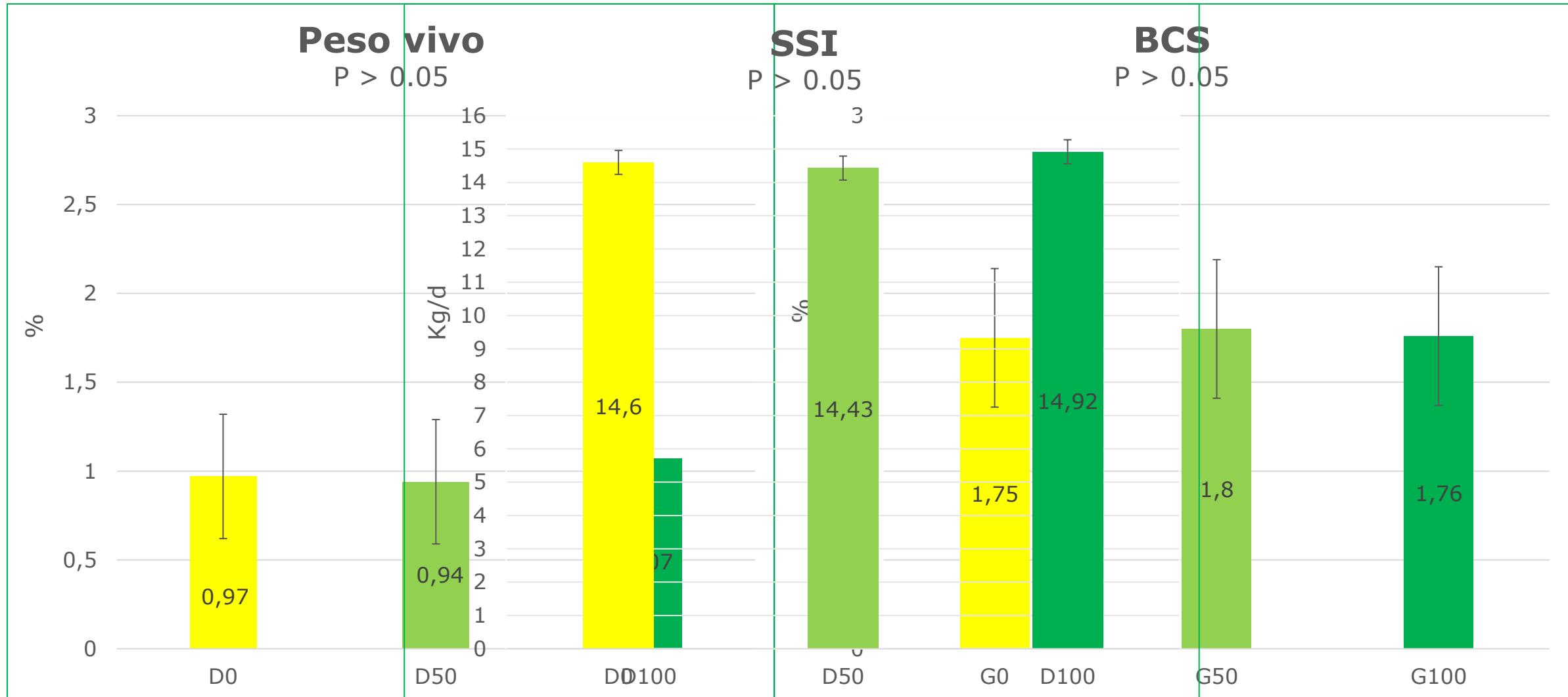
HBF= foraggio idroponico di orzo

## Composizione chimica delle diete sperimentali

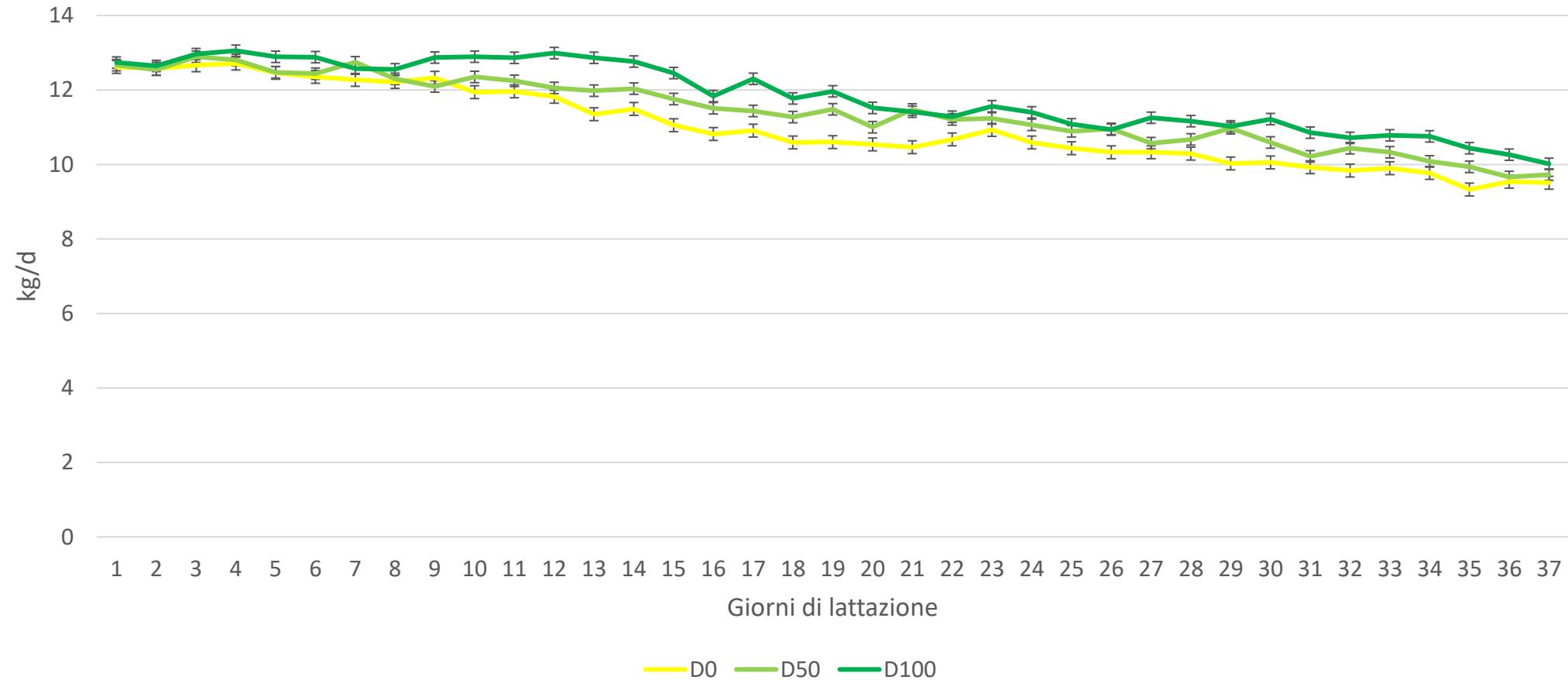
	<b>D0</b>	<b>D50</b>	<b>D100</b>
<i>Sostanza secca (%)</i>	53.97	42.59	40.52
<i>Ceneri (% SS)</i>	7.24	6.87	6.91
<i>Proteina grezza (% SS)</i>	14.56	15.14	15.47
<i>Estratto Etereo (% SS)</i>	2.95	3.05	3.03
<i>NDF (% SS)</i>	39.66	38.51	39.19
<i>ADF (% SS)</i>	24.05	23.70	24.66
<i>Amido (% SS)</i>	23.51	20.95	17.52
<i>Carboidrati solubili (% SS)</i>	2.73	6.19	8.25
<i>Proteina solubile (% PG)</i>	30.31	34.14	35.86
<i>Azoto non proteico (% PG)</i>	19.98	24.59	27.67
<i>NEL (MJ/ kg SS)</i>	6.18	6.18	6.11

D0= dieta base; D50C = 50% silomais sostituito con foraggio idroponico; D100 = 100% silomais sostituito con foraggio idroponico

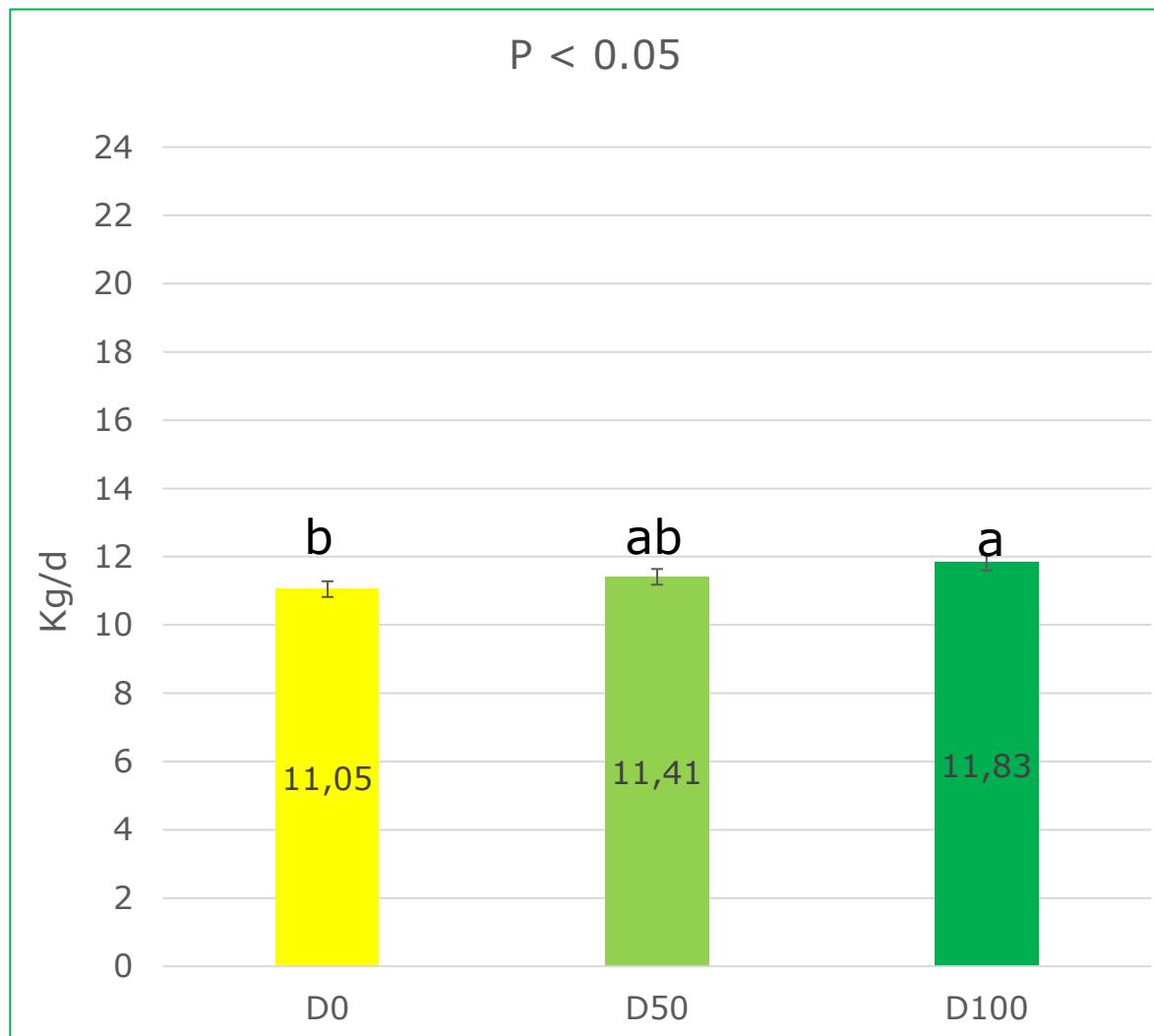
## *Prestazioni produttive*



# Produzione lattea

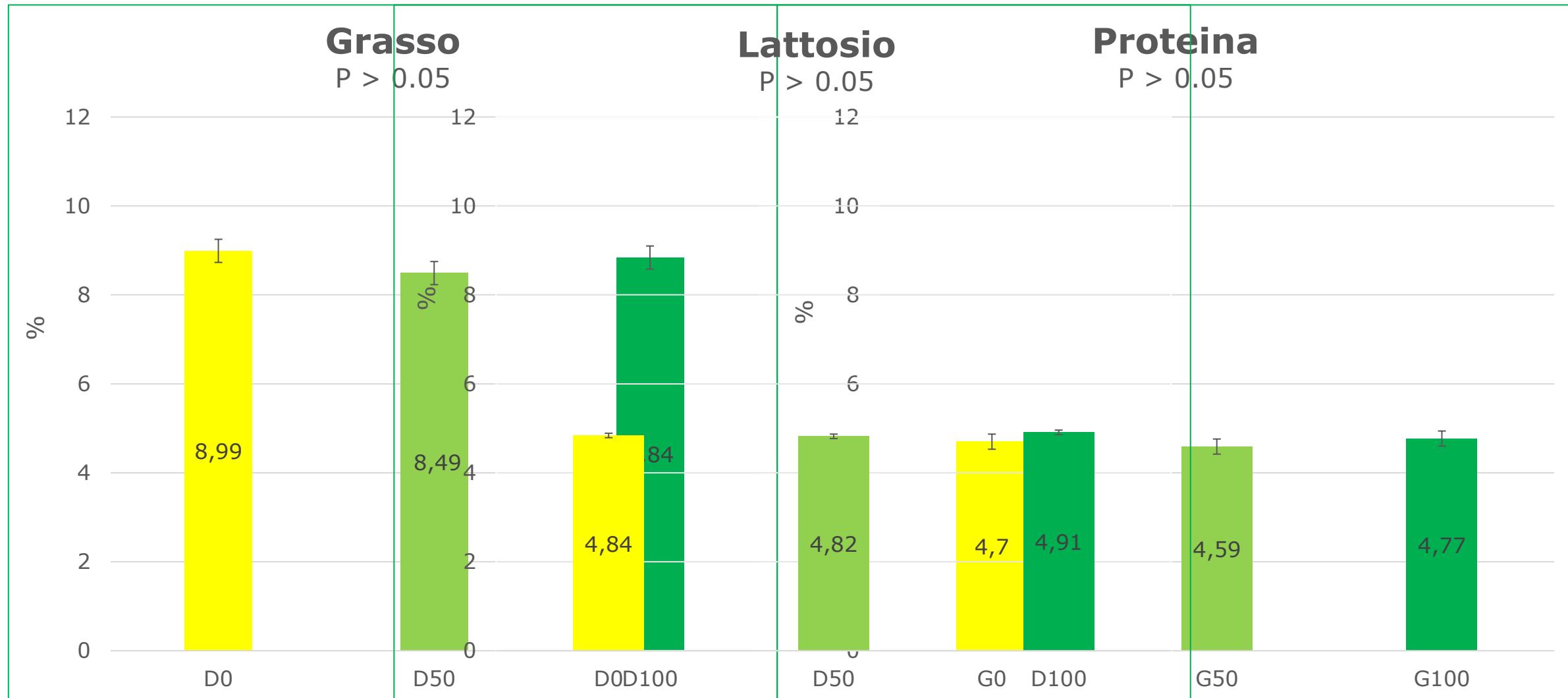


## *Effetto della dieta sulla produzione di latte*

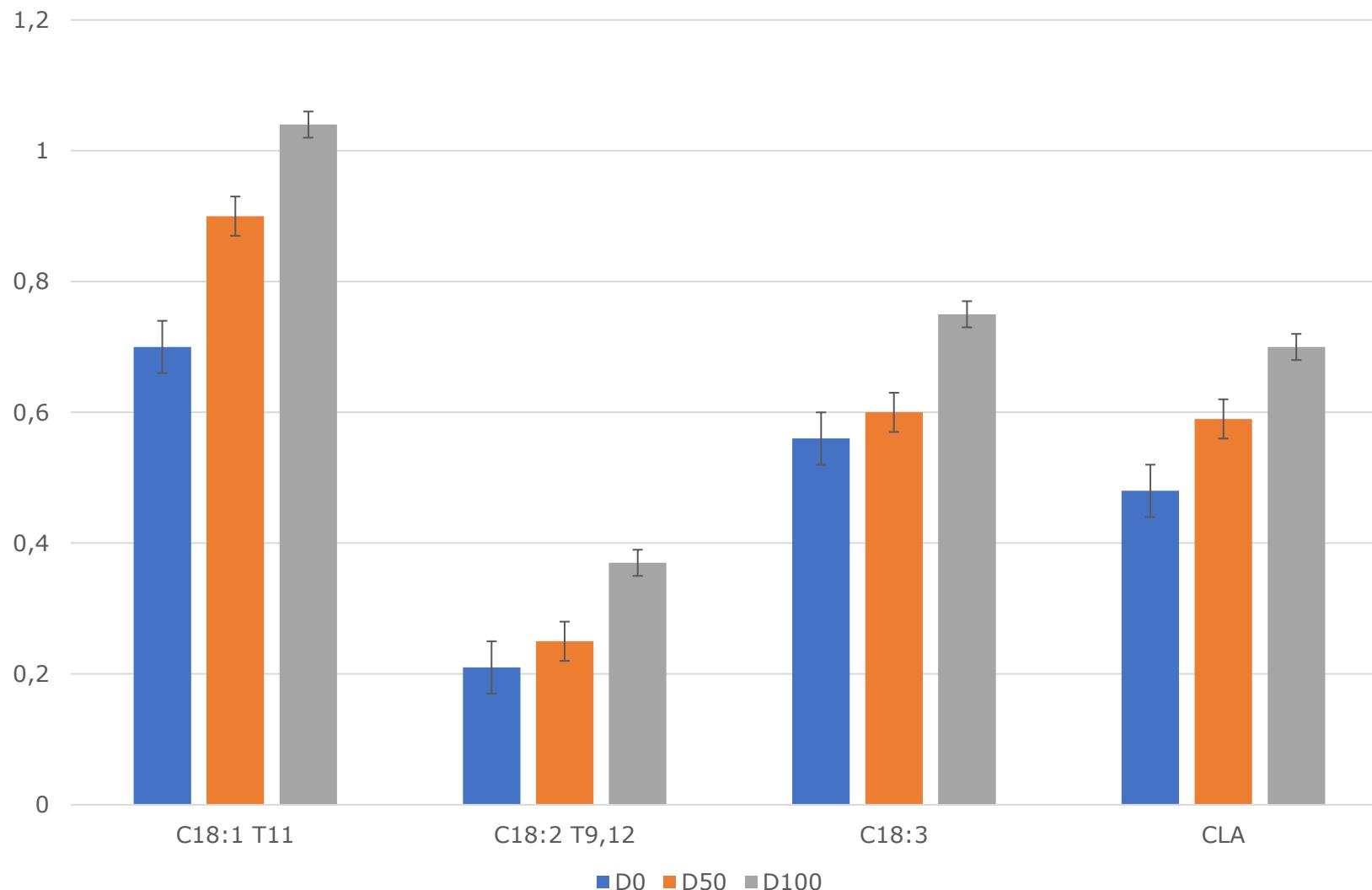


<sup>a,b</sup>Medie contrassegnate da lettere diverse differiscono significativamente

# *Effetto della dieta sulla qualità del latte*



# La sostituzione del mais insilato con i foraggi idroponici migliora il contenuto in MUFA e PUFA



## *Effetto della dieta sui parametri di caseificabilità del latte e sulla resa in mozzarella*

	<b>D0</b>	<b>D50</b>	<b>D100</b>	<b>SEM</b>	<b>P</b>
<i>RCT (min)</i>	25.49	24.36	27.37	9.60	<i>ns</i>
<i>K<sub>20</sub> (min)</i>	2.61	2.47	2.31	1.33	<i>ns</i>
<i>A<sub>30</sub> (mm)</i>	29.3	27.73	25.93	2.33	<i>ns</i>
<i>Resa alla caseificazione<sup>1</sup> (%)</i>	26.86	25.80	26.77	3.19	<i>ns</i>

<sup>1</sup>[3.5 × (proteine, %) + 1.23 × (grasso, %)] – 0.88

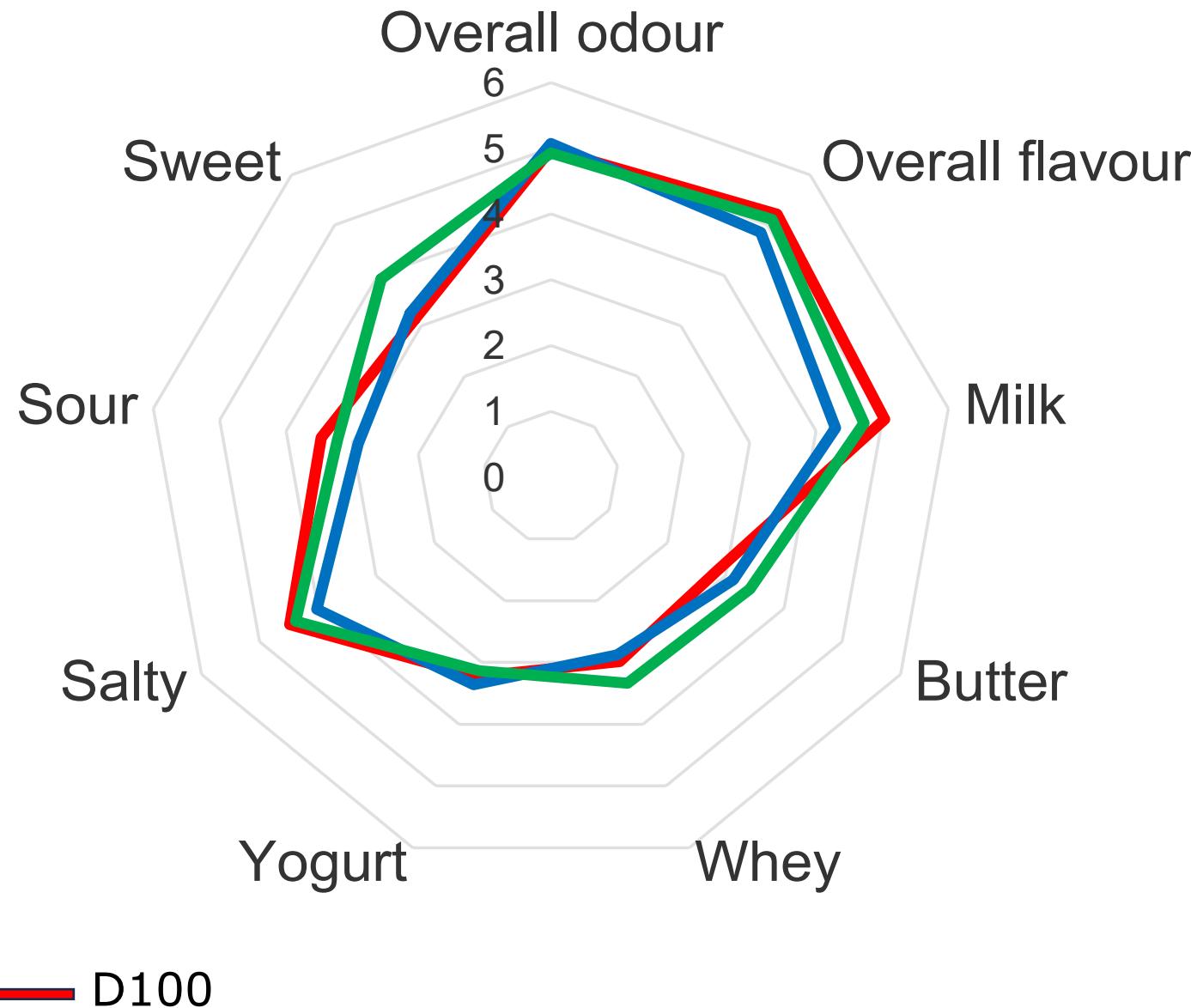
ns= non significativo

# Qualità della mozzarella



— D0 — D50 — D100

# Qualità della mozzarella



# Take home message

La sostituzione completa dell'insilato di mais con i germogli di orzo ha determinato un leggero aumento della produzione di latte senza un impatto significativo sui componenti determinanti la resa in mozzarella

Al massimo tasso di sostituzione (100%) l'uso del foraggio idroponico permette un miglioramento della qualità del grasso (riduzione degli acidi grassi saturi)



....e quindi?

## **Sostenibilità**

- Impronta energetica
- Impronta idrica

## **Impatto economico**

- Stima del costo di produzione unitario: foraggi – razione – latte
- Ricavi al netto dei costi di alimentazione (IOFC)





# Life Cycle Approach

Single-issue life cycle assessment (LCA)

→ quantizzare l'energia e l'acqua complessivamente utilizzate nel corso del ciclo di produzione (ISO, 2006)

## **Goal and Scope Definition**

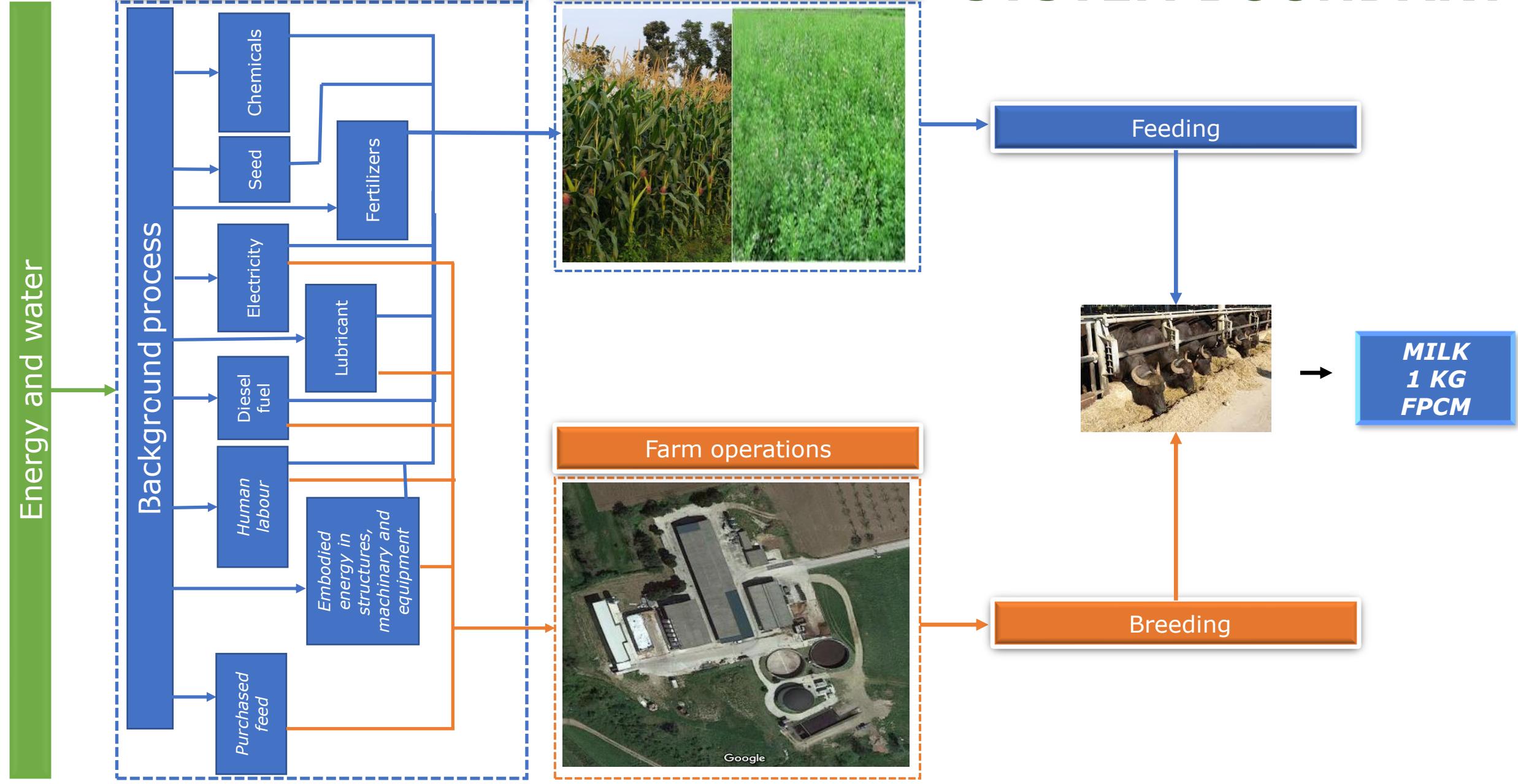
- **Unità funzionale** → 1 Kg di FPCM (8.3% grasso, 4.73% proteine)

- **Confini di sistema (System boundary)** → Cradle-to-farm gate

Input diretti = energia e acqua usata direttamente in azienda

Input indiretti = energia immobilizzata sottoforma di fattori produttivi

# SYSTEM BOUNDARY





# Energy Use

- **Analisi di inventario** → Energia usata in ciascun processo produttivo
- **Fattori di conversione energetica** → LCA Ecoinvent 2.0 database

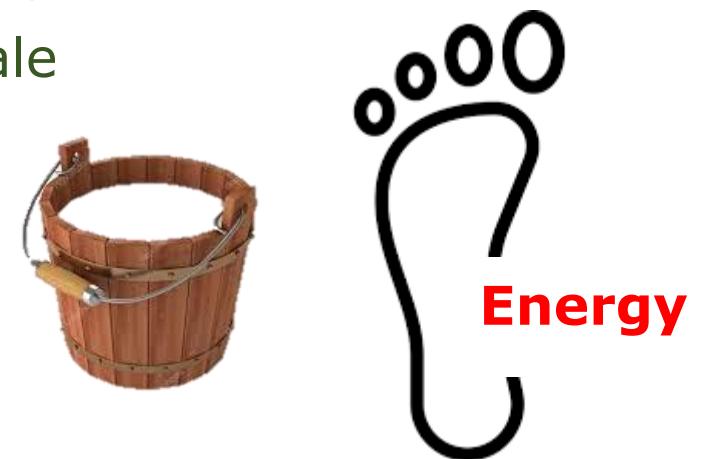
## Indici di efficienza



- Energy Use Efficiency= Output Energetico Totale/Input Energetico Totale
- Energy Productivity= Sostanza Secca/Input Energetico Totale
- Specific Energy= Input Energetico Totale/Sostanza Secca

## Impronta energetica

- Energia impiegata nel processo produttivo/FPCM prodotto





# Water use

## Acqua usata per l'alimentazione + acqua di abbeverata

→ Bilancio idrico delle colture + acqua virtuale dei concentrati

L'acqua utilizzata per la produzione dei fattori produttivi (acqua indiretta) e il consumo diretto di acqua per le operazioni di stalla (pulizia, mungitura) sono stati esclusi in quanto trascurabili

## Indici di efficienza

- Water Productivity= Sostanza Secca / Input Idrico Totale
- Specific Water= Input Idrico Totale / Sostanza Secca



## Impronta energetica

- Acqua impiegata nel processo produttivo/FPCM prodotto

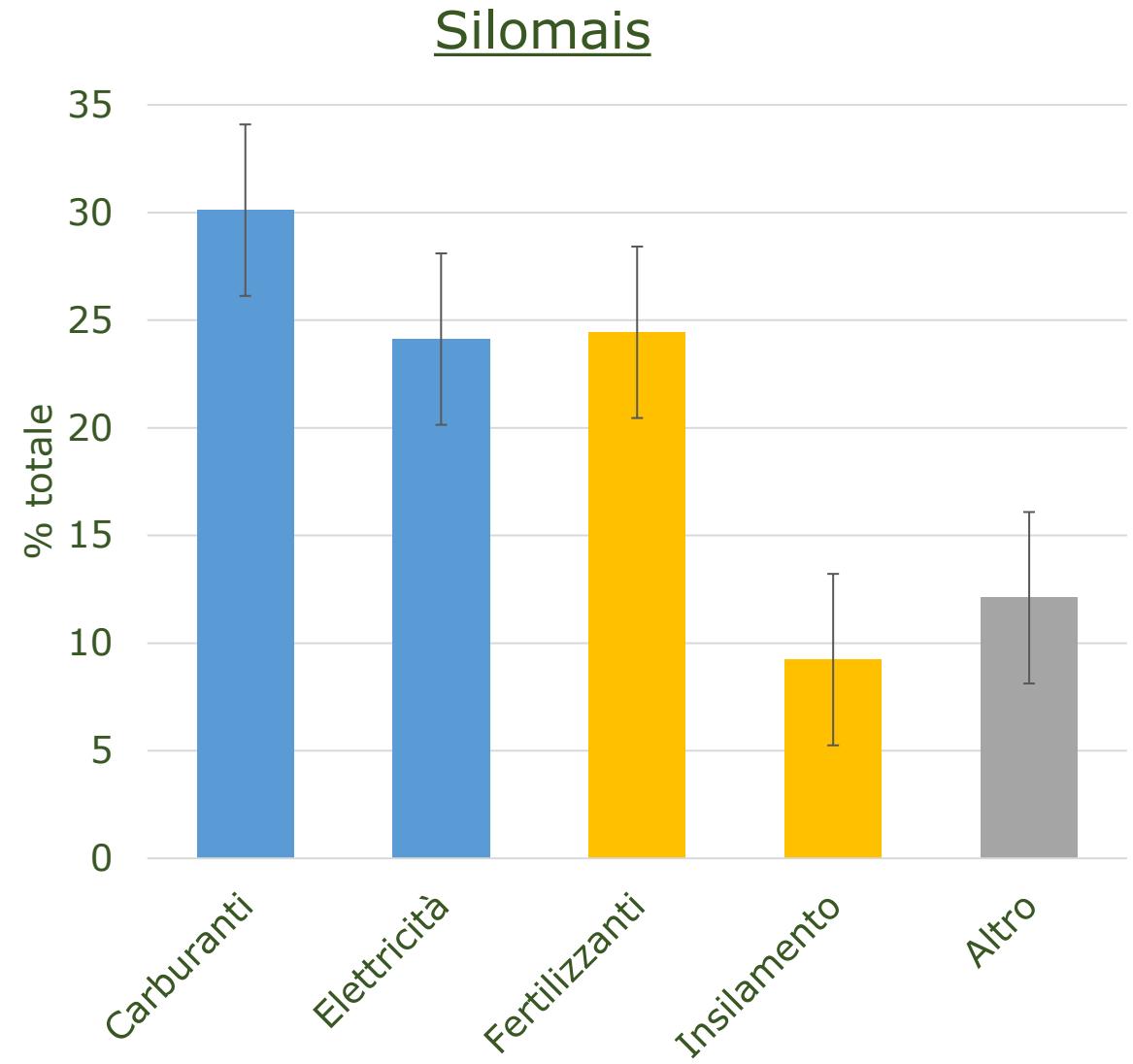
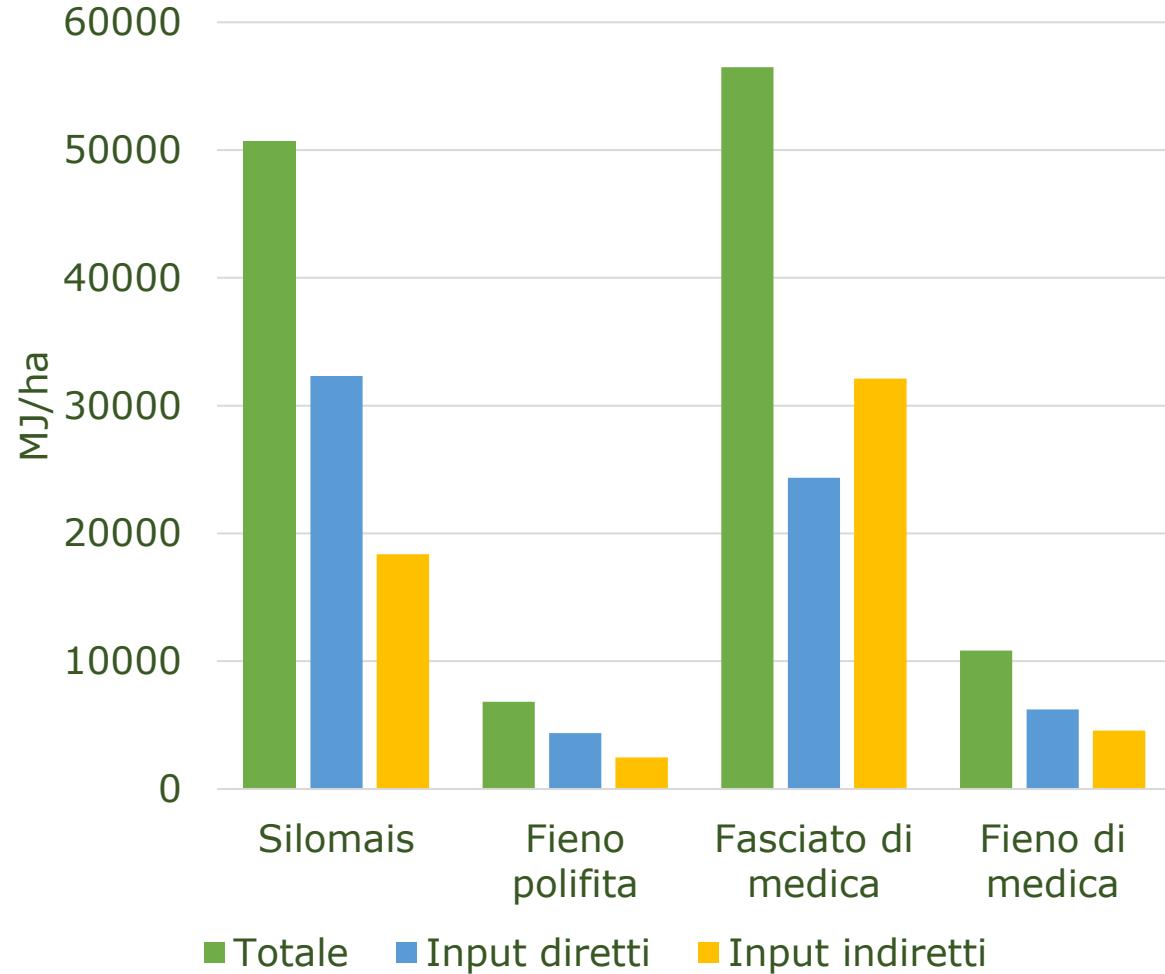


## Resa in energia delle foraggere convenzionali (1 ha di coltura)

	<b>Maize silage</b>	<b>Mixed hay</b>	<b>Alfalfa wrapped bale</b>	<b>Alfalfa hay</b>
<b>Resa, ton/ha</b>	75.0	8.9	12.6	19.3
<b>Sostanza secca (SS), %</b>	34.5	94.0	47.2	93.2
<b>Resa in SS, ton/ha</b>	25.9	8.4	6.0	18.0
<b>Equivalente energetico, MJ/Kg DM</b>	19.6	18.7	18.6	18.7
<b>Output energetico, MJ/ha</b>	507597	157369	111843	335765



## Fabbisogno energetico delle foraggere convenzionali (1 ha di coltura)



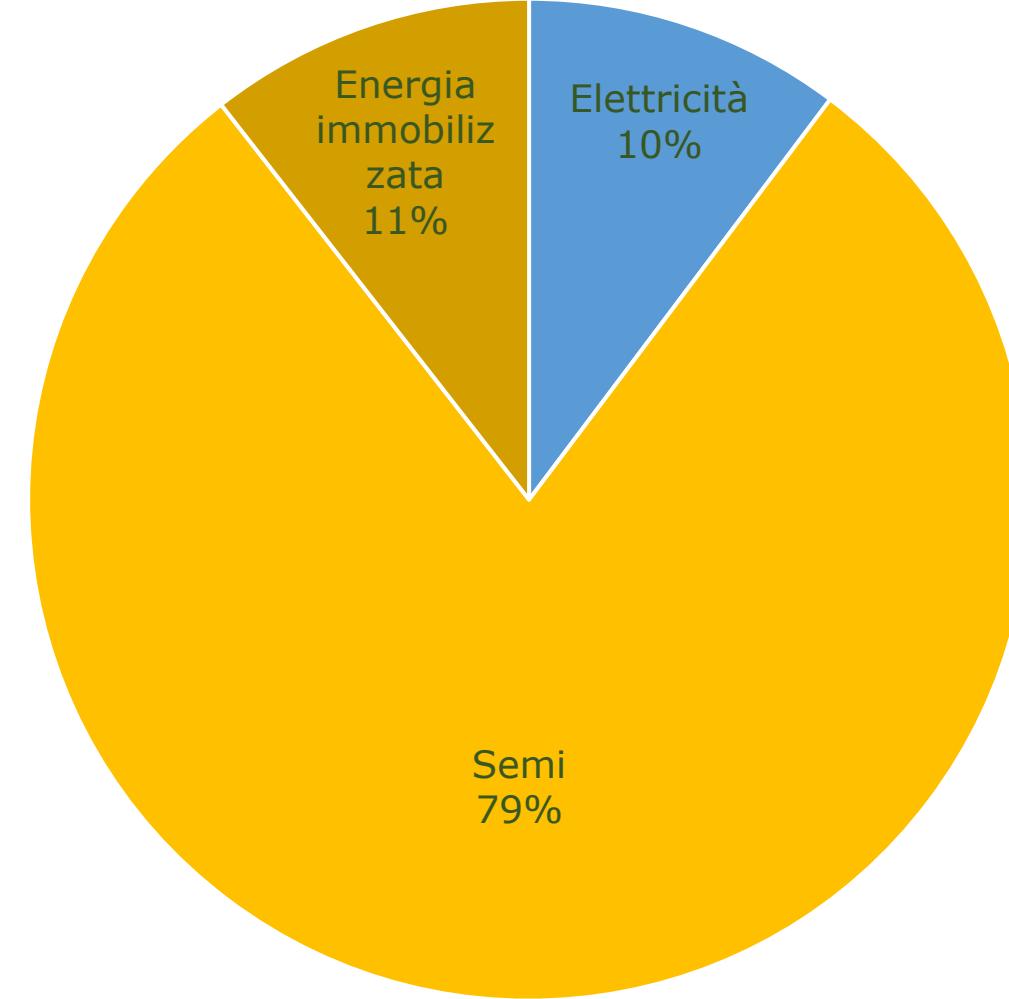
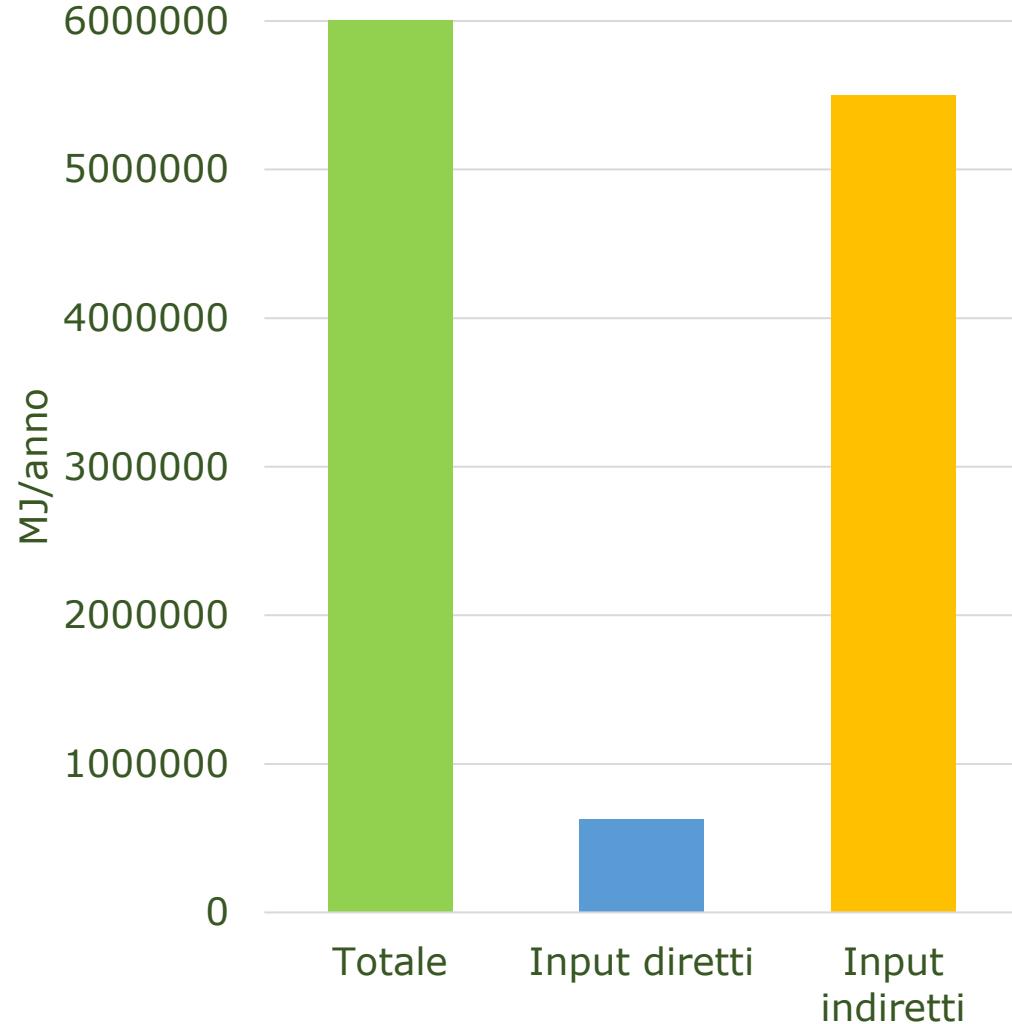


# Resa in energia del foraggio idroponico (1 anno di esercizio)

	<b>Foraggio idroponico</b>
Semi (87% SS), ton/anno	12.0
<b>Resa in biomassa</b> , ton/anno	63.0
Resa in biomassa : semi	5.3
Sostanza secca(SS), %	15.0
<b>Resa in SS</b> , ton/anno	9.4
SS biomassa : SS semi	0.91
Equivalente energetico, MJ/Kg SS	20.2
<b>Output Energetico</b> , MJ/anno	191392



## Fabbisogno energetico del foraggio idroponico (1 anno di esercizio)





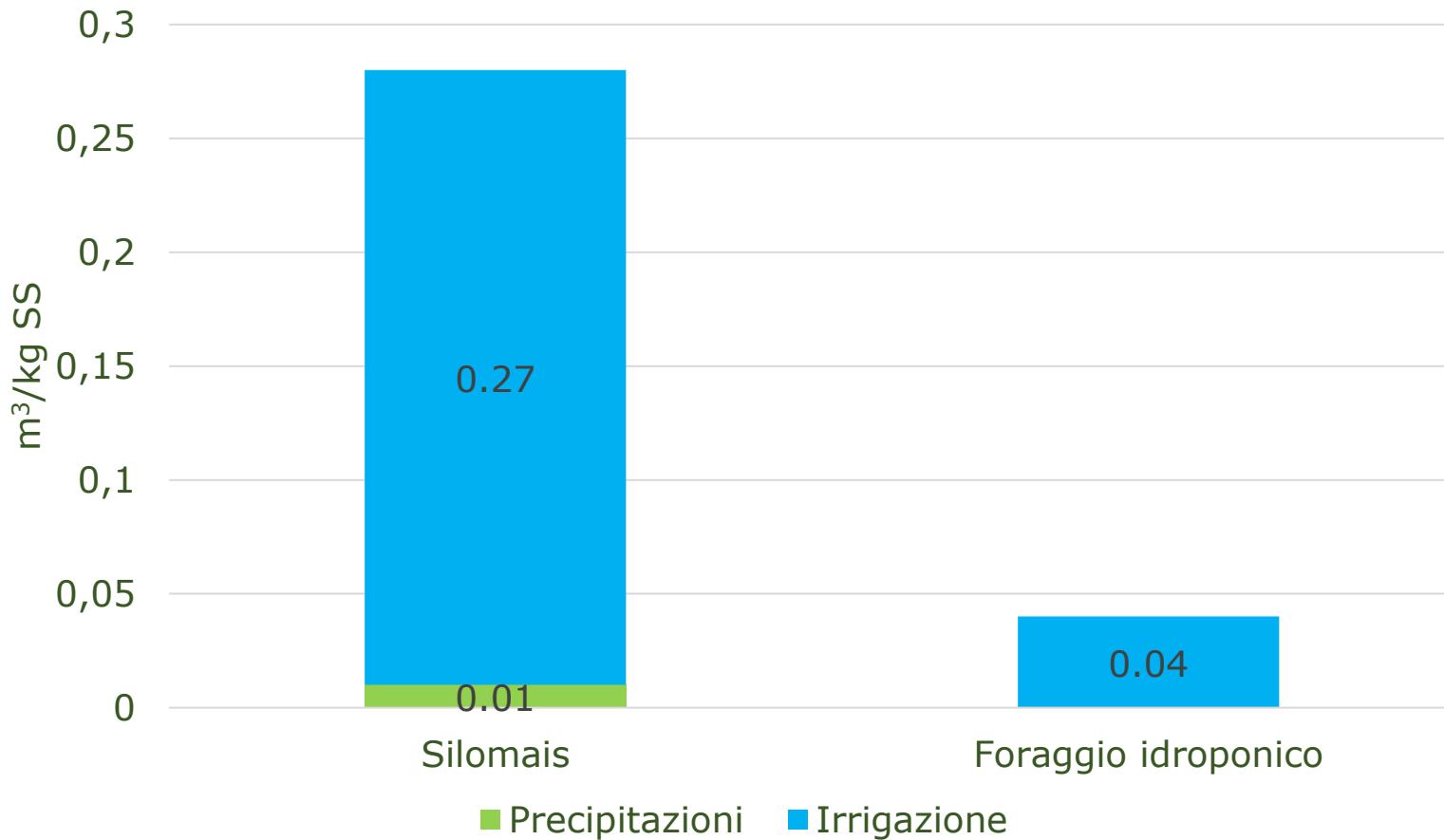
# Indici di efficienza energetica

	Energy Use Efficiency	Energy Productivity (Kg SS/MJ)	Specific Energy (MJ/Kg SS)
<b>Foraggio idroponico</b>	0.03	0.002	32.0
<b>Silomais</b>	10.0	0.5	2.0
<b>Fieno polifita</b>	23.0	1.2	0.8
<b>Fasciato di medica</b>	2.0	0.5	9.4
<b>Fieno di medica</b>	31.0	1.7	0.6



# Bilancio idrico di silomais e foraggio idroponico

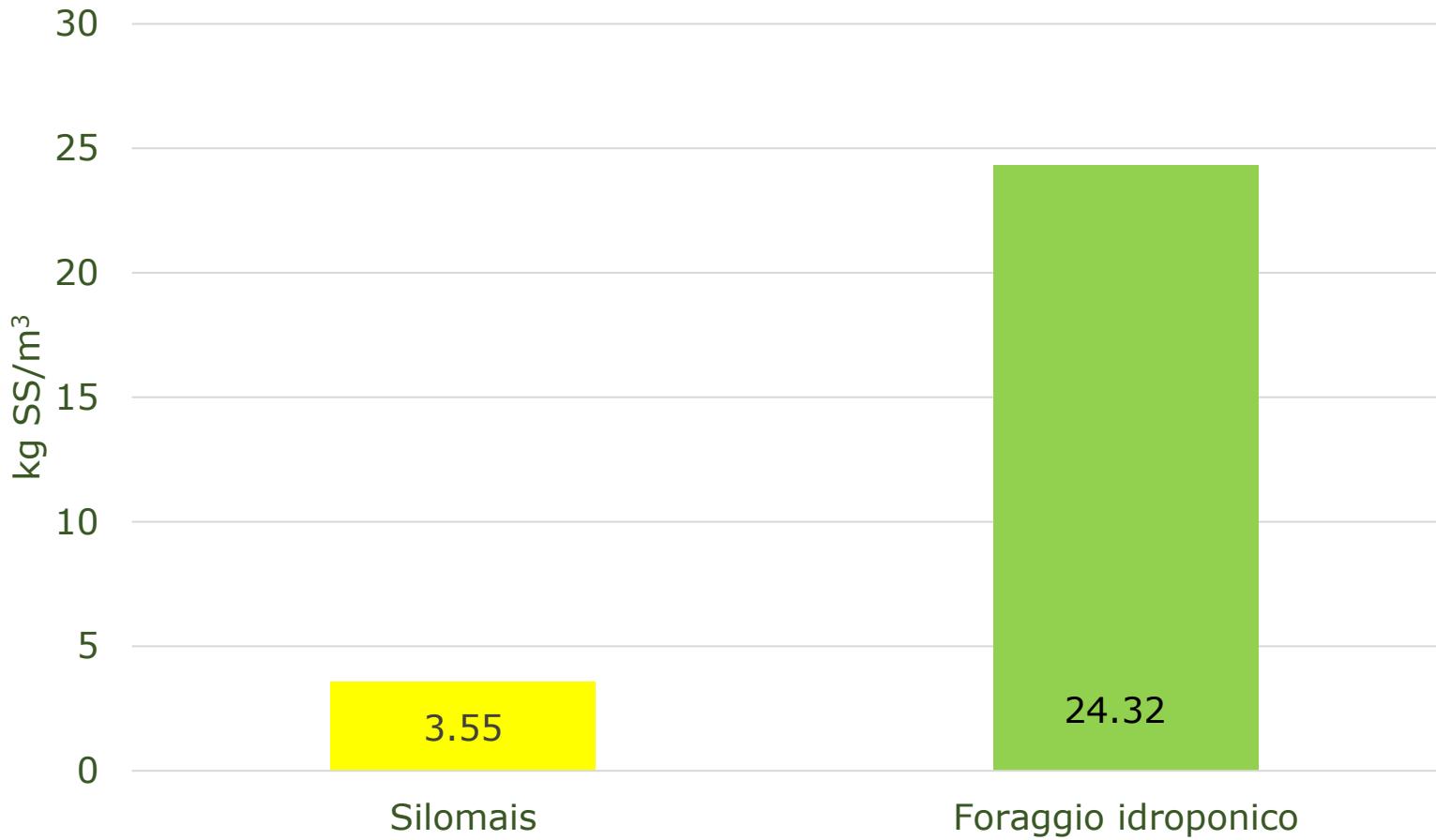
## Specific water (m<sup>3</sup>/kg SS)





# Bilancio idrico di silomais e foraggio idroponico

## Water productivity (kg SS/m<sup>3</sup>)





# Consumo energetico e idrico giornaliero di bufale alimentate con diete a base di silomais e foraggio idroponico

	D0	D50	D100
<b>Energia totale, MJ/capo</b>	<b>107.3</b>	<b>160.8</b>	<b>189.3</b>
<b>Energia per l'alimentazione, MJ/capo</b>	<b>45.1</b>	<b>98.51</b>	<b>126.83</b>
<b>Acqua totale, m<sup>3</sup>/capo</b>	9.3	8.8	8.2
<b>Acqua per l'alimentazione, m<sup>3</sup>/capo</b>	<b>9.2</b>	<b>8.7</b>	<b>8.1</b>



# Indici di efficienza di uso dell'energia e dell'acqua per kg di FPCM ottenuto da bufale alimentate con diete a base di silomais e foraggio idroponico

	D0	D50	D100
<b>Impronta energetica, MJ/kg FPC</b>	<b>9.72</b>	<b>14.09</b>	<b>15.96</b>
<b>Produttività dell'energia, MJ/kg FPCM</b>	<b>0.10</b>	<b>0.07</b>	<b>0.06</b>
<b>Impronta idrica, m<sup>3</sup>/capo</b>	<b>0.84</b>	<b>0.77</b>	<b>0.69</b>
<b>Produttività dell'acqua, m<sup>3</sup>/capo</b>	<b>1.19</b>	<b>1.30</b>	<b>1.44</b>



# Efficienza economica

---

**Income over feed cost (€/gg per capo)**

**Ricavi dalla vendita del latte – Costo di alimentazione**

Prezzo di vendita latte= 2.0 €/kg

Costo di alimentazione  Partial budget

 Concentrati di provenienza extra-aziendale= prezzo di mercato

Foraggi aziendali= costo di produzione

 - Costi fissi (quote)  
- Costi variabili  Dati di inventario



# Efficienza economica

---

## Costo di produzione foraggi (€/tonn SS)

	<b>Silomais</b>	<b>Foraggio idroponico</b>
<b>Costi variabili</b>	<b>79.6</b>	<b>406.7</b>
<b>Seme</b>	<b>11.1</b>	<b>316.1</b>
<b>Elettricità</b>	<b>4.0</b>	<b>80.1</b>
<b>Costi fissi</b>	<b>48.7</b>	<b>129.4</b>
<b>Totale costi</b>	<b>127.4</b>	<b>536.0</b>



# Efficienza economica

---

## Income over feed cost (€/gg per capo)

	D0	D50	D100
<b>Ricavi</b>	22.0	22.82	23.66
<b>Costo di alimentazione</b>	<b>4.06</b>	<b>5.07</b>	<b>5.55</b>
<b>Silomais</b>	<b>0.70</b>	<b>0.40</b>	-
<b>Foraggio idroponico</b>	-	<b>1.32</b>	<b>2.06</b>
<b>IOFC</b>	<b>17.95</b>	<b>17.75</b>	<b>18.11</b>
<b>Δ ricavi</b>	-	<b>0.82</b>	<b>1.66</b>
<b>Δ costi</b>	-	<b>1.0</b>	<b>1.49</b>
<b>Beneficio netto</b>	-	<b>-0.19</b>	<b>0.17</b>

# Uso delle acque reflue nella produzione di foraggio idroponico



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

**Dove**

Allevamento di bovine da latte in Gioia del Colle (BA)

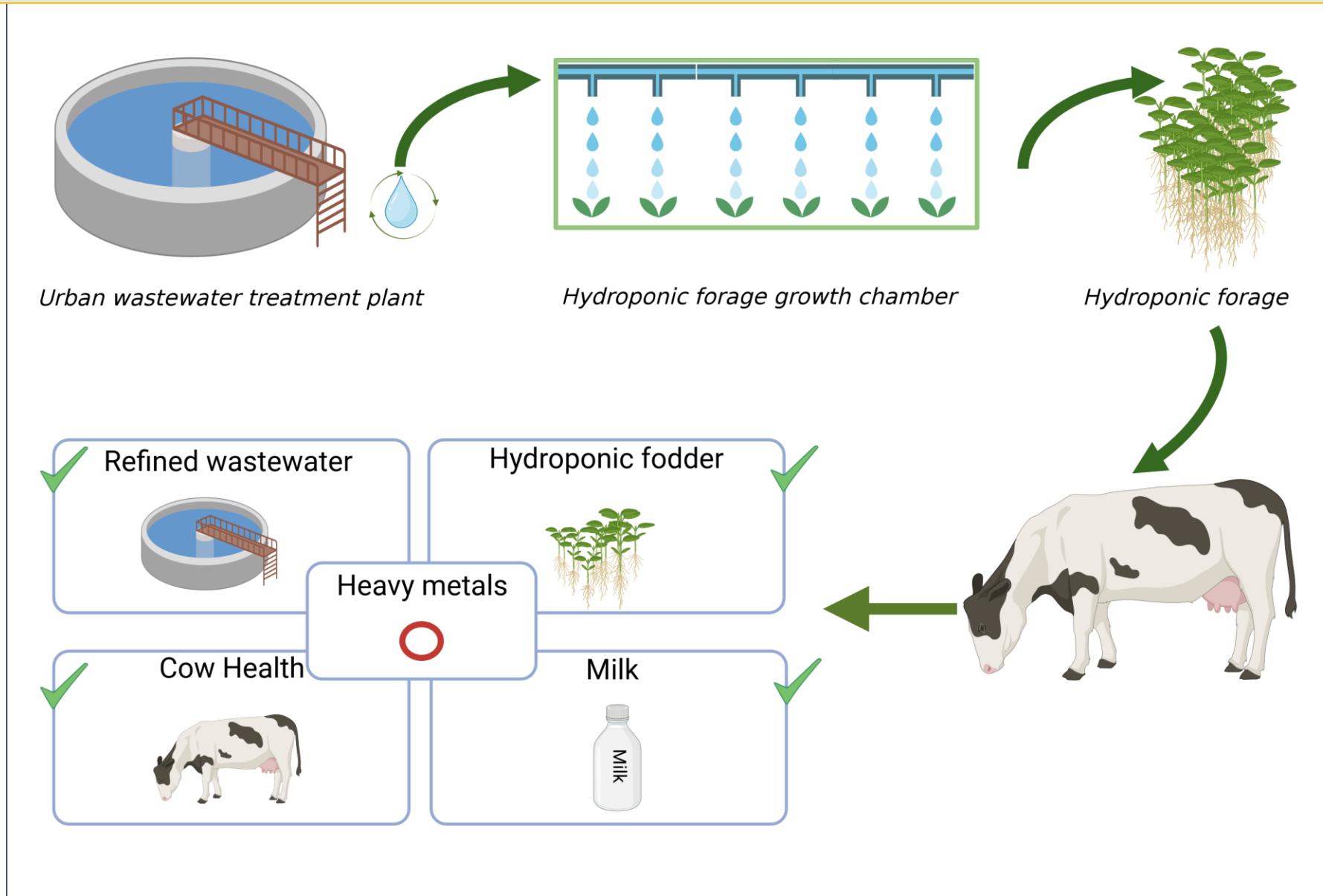
**Impianto a container ELEUSIS**



**Acque raffinate**

Acquedotto pugliese

Ceci, L., Cavalera, M. A., Serrapica, F., Di Francia, A., Masucci, F., Carelli, G. Use of reclaimed urban wastewater for the production of hydroponic barley forage: water characteristics, feed quality and effects on health status and production of lactating cows. [doi.org/10.3389/fvets.2023.1274466](https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1274466).



# Referenze utili

Ceci, L., Cavalera, M. A., Serrapica, F., Di Francia, A., Masucci, F., & Carelli, G. (2023). Use of reclaimed urban wastewater for the production of hydroponic barley forage: water characteristics, feed quality and effects on health status and production of lactating cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1274466

Masucci, F., Serrapica, F., Cutrignelli, M. I., Sabia, E., Balivo, A., & Di Francia, A. (2024). Replacing maize silage with hydroponic barley forage in lactating water buffalo diet: impact on milk yield and composition, water and energy footprint, and economics. *Journal of Dairy Science*, 11, 9426-9441

Balivo, A., Masucci, F., Parlato, S., Serrapica, F., Romano, R., Di Francia, A., & Genovese, A. (2024). Can hydroponic forage affect the chemical and sensory properties of PDO buffalo Mozzarella cheese? *International Journal of Dairy Technology*. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13147>

Pagani, M., Vittuari, M., Johnson, T. G., & De Menna, F. (2016). An assessment of the energy footprint of dairy farms in Missouri and Emilia-Romagna. *Agricultural systems*, 145, 116-126

Prochnow, A., Drastig, K., Klauss, H., & Berg, W. (2012). Water use indicators at farm scale: methodology and case study. *Food and Energy Security*, 1(1), 29-46

Bellingeri, A., Cabrera, V., Gallo, A., Liang, D., & Masoero, F. (2019). A survey of dairy cattle management, crop planning, and forages cost of production in Northern Italy. *Italian journal of animal science*, 18(1), 786-798