

Approcci integrati per la sostenibilità nel settore cunicolo

Strategie alimentari e nutrizionali: il punto di vista *della ricerca*

Javier García

Dpto. Producción Agraria, ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

Universidad Politécnica de Madrid

javier.garcia@upm.es



Strategie alimentari & Sostenibilità

① Nuove esigenze nutrizionali: gli aminoacidi

- Ampliare la valutazione nutrizionale degli ingredienti
- Migliorare l'efficienza alimentare: enzimi

② Nuovi ingredienti: macroalgae

- Salute intestinale (soluzioni per la gestione sanitaria >> nutrizionale)

1 Fabbisogno aminoacidico/utilizzo

Coniglio

Suino

- No. aa's

Lys, Met+Cys, Thr

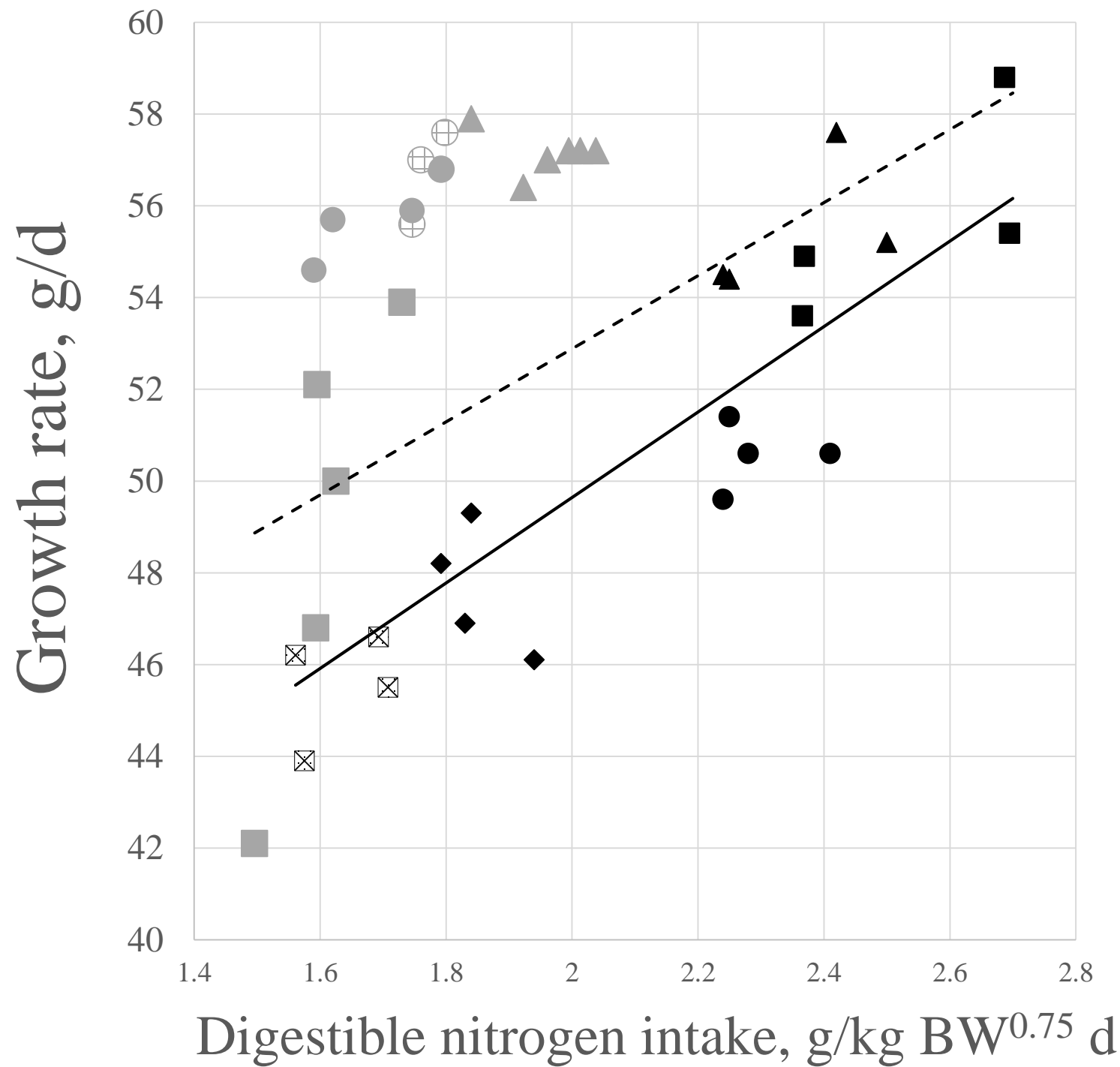
Lys, Met+Cys, Thr, Trp, **Ile,**
Val, Leu, His

- AA's unit

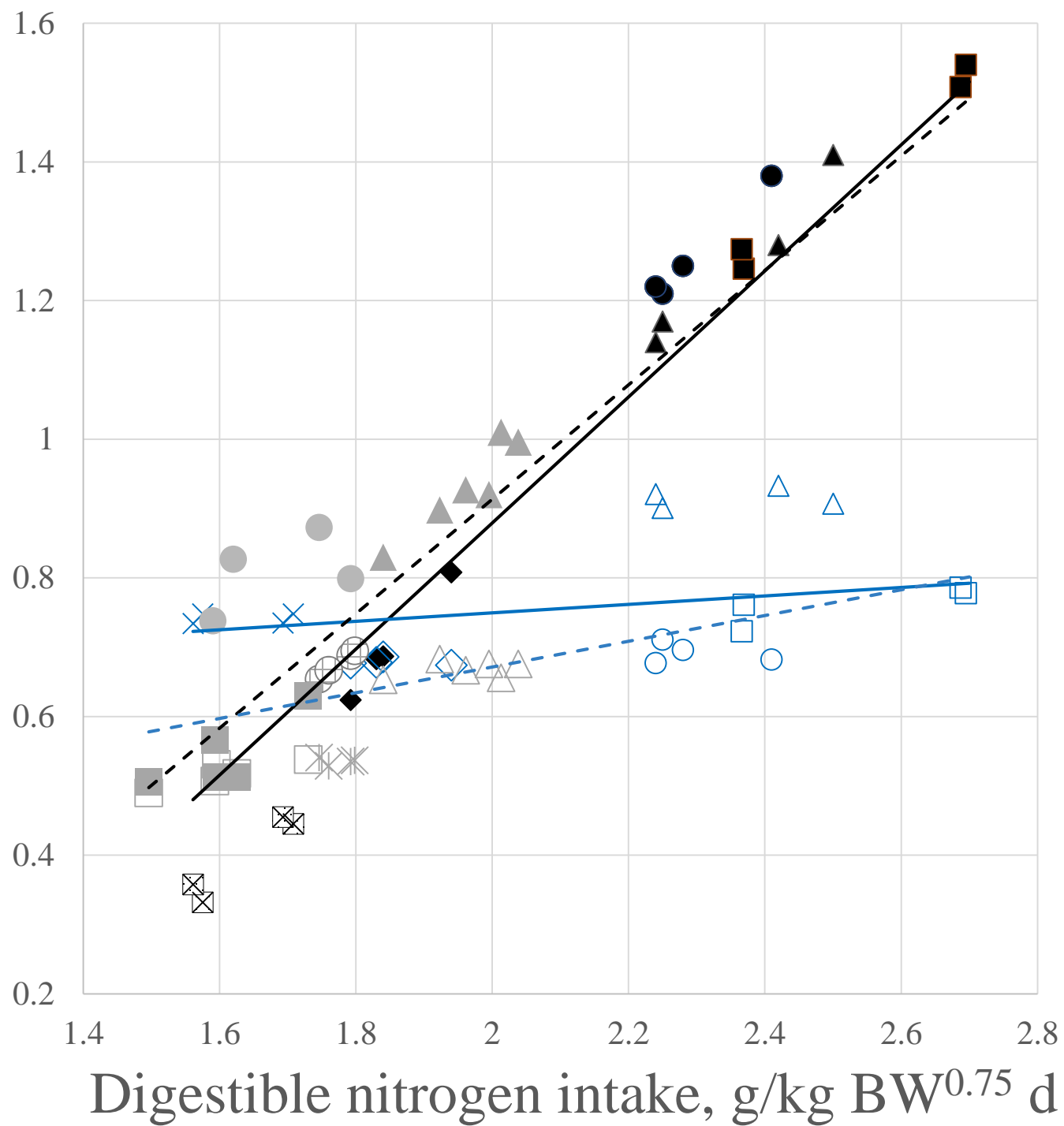
Totale, digeribilità fecale

**Ileal std./digeribilità
reale**

- 11 soliti ingredienti apprezzati per la digeribilità reale ileale degli aa's (Villamide et al., 2013)
- Nessun requisito per la digeribilità reale aa's



Urinary nitrogen losses, g/kg BW^{0.75} d
Nitrogen retained in carcass, g/kg BW^{0.75} d



Fabbisogno aminoacidico/utilizzo

Coniglio

Suino

• No. aa's

Lys, Met+Cys, Thr

Lys, Met+Cys, Thr, Trp, Ile, Val,
Leu, His

• AA's unit

Totale, digeribilità fecale

Ileal std./digeribilità reale

• Non-essenziali aa's

-

+

• Cinetica aa's idrolisi

-

+

Sincronia tra la digestione delle fonti energetiche e proteiche

Nuovi fabbisogni/strategie nutrizionali

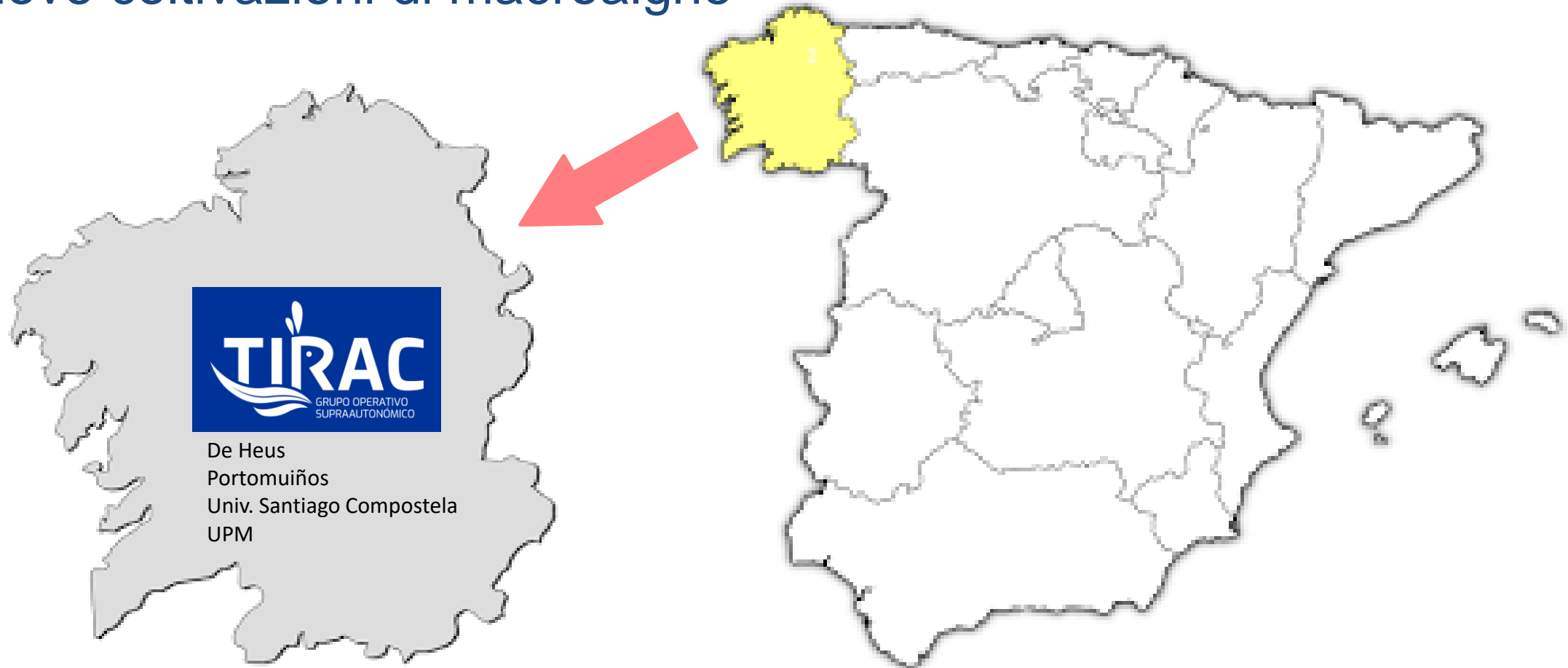
	Coniglio	Suino
• Fabbisogni nutrizionali	DE	NE, ME
• Valutazione degli ingredienti nutritivi	+	++++
• Alimentazione multifase	-	++++
• <i>Additivi alimentari: enzimi</i>	-	++++

② **‘Nuovi’ ingredienti: macroalghe marine**

- Non è affatto nuovo
 - ‘Survival’ resource
- Scarti dell'industria alimentare umana
- Espansione della coltivazione di macroalgae (algaculture)
 - Effetti ambientali
 - Elevata produzione di biomassa
 - » Risorsa Bioenergetica source
- Nutrizione animale

➤ *Costa in Galicia:*

- ✓ Raccolta tradizionale di macroalghe selvatiche
- ✓ Nuove coltivazioni di macroalghe



'Nuovi' ingredienti: macroalghe marine

- Composizione chimica complessa e variabile
 - ↑ acqua
 - ↑ Fibra alimentare
 - ↑ Minerali
 - ~↓ proteina
 - ↓ grasso
- Elevata variabilità tra specie di macroalghe
- Basso valore nutritivo
 - Valore limitato di energia e proteina
 - ✓ Meglio per erbivori (ruminanti)
 - Con composti prebiotici ed antiossidanti
 - ✓ Per non-ruminanti?

3 esperimenti con macroalghe

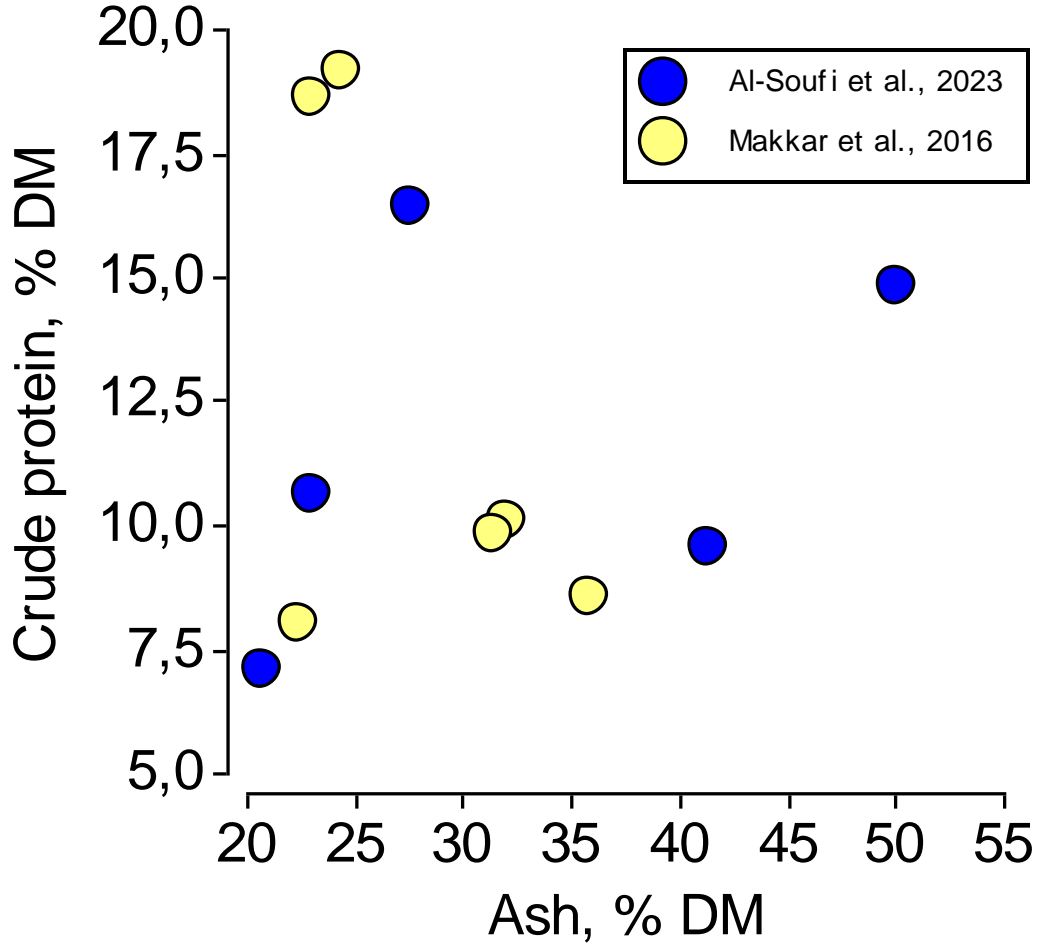
1. Caratterizzazione di 19 prodotti contenenti macroalghe
 - » Composizione chimica
 - » *In vitro* digeribilità e fermentazione
 - » Concentrazione inibente minima

2. *Risposta In vivo*
 - » Digeribilità fecale
 - » Fermentazione intestinale
 - » Caratteristiche della carcassa e della carne

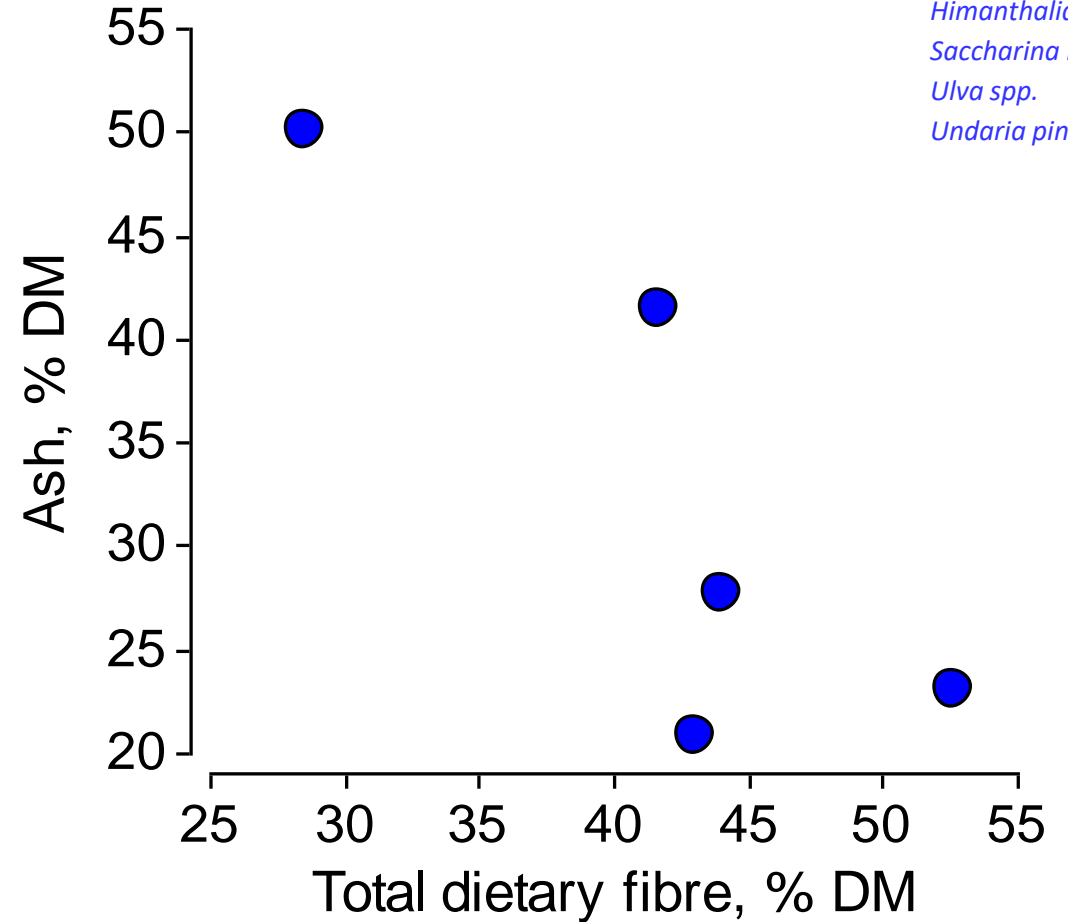
3. Caratteristiche di crescita

Composizione chimica

Exp. 1



Ether extract < 4%

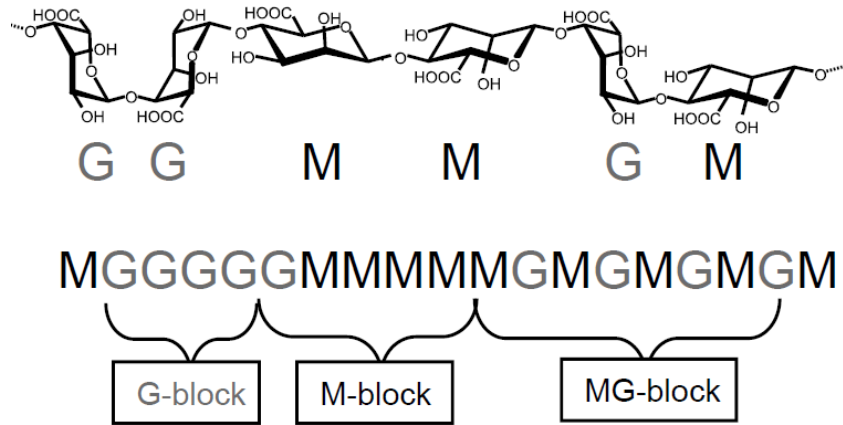
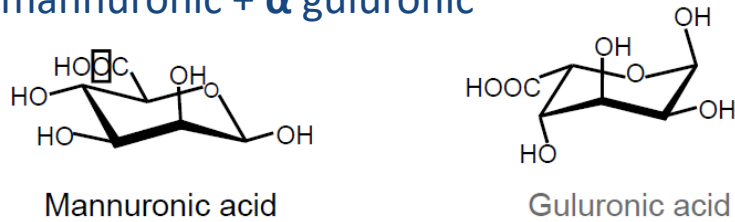


Makkar et al., 2016 *Ascophyllum nodosum*
Macrocystis pyrifera
Laminaria & Saccharina sp.
Sargassum sp.
Palmaria palmata
Ulva sp.

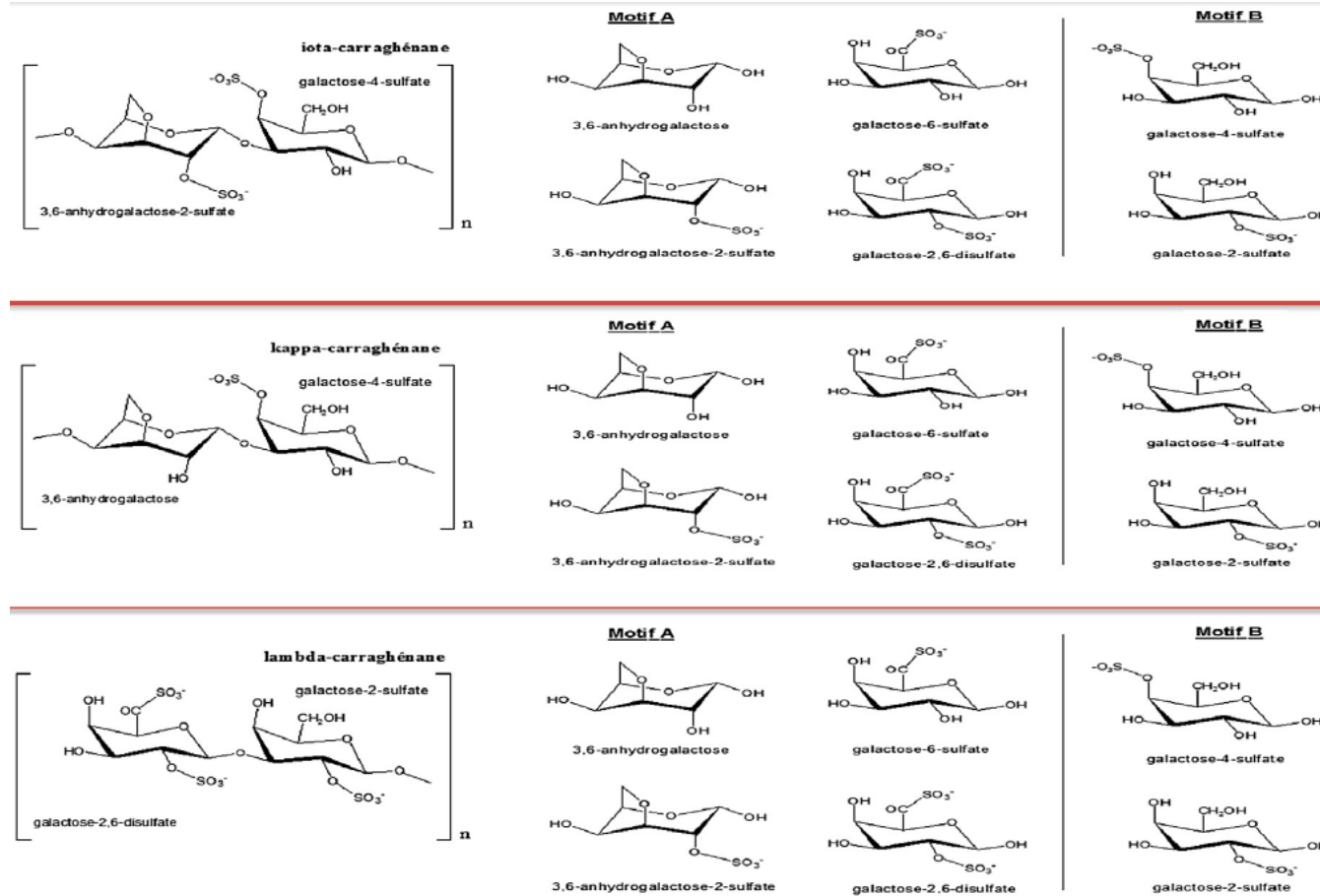
Al-Soufi et al., 2023 *Fucus vesiculosus*
Himanthalia elongata
Saccharina latissima
Ulva spp.
Undaria pinnatifida

Tipologie di polisaccaridi: proprietà gelificanti

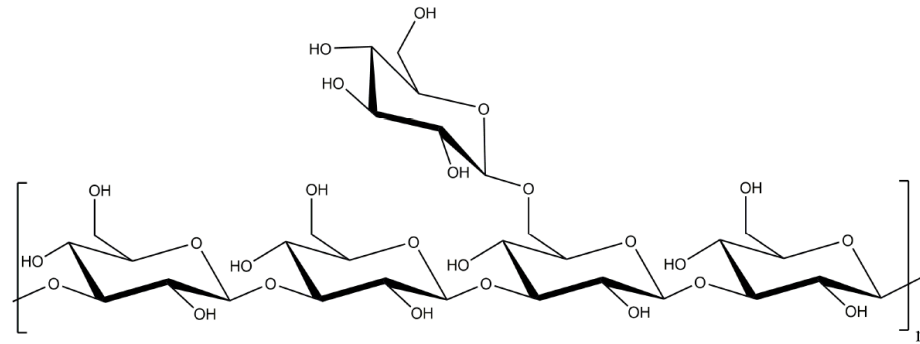
Alginate: β mannuronic + α guluronic



Carrageenane/Agar: sulfated α -(1 \rightarrow 3), β -(1 \rightarrow 4)-galactans



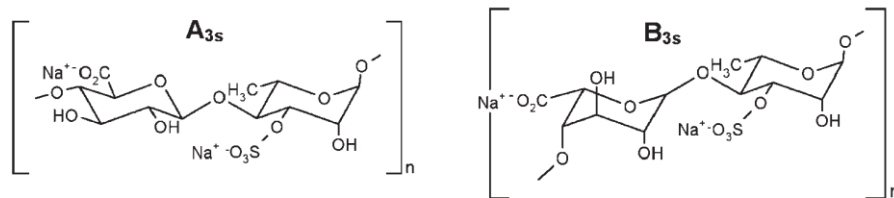
Tipologie di polisaccaridi



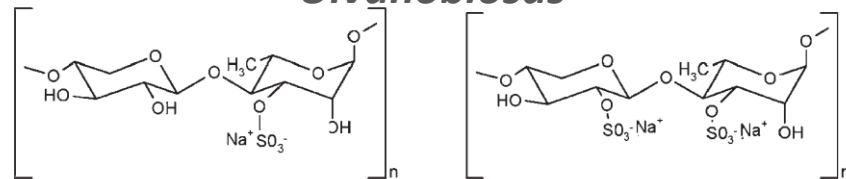
Laminarin: glucose $\beta(1,3)$ + glucose $\beta(1,6)$

Ozanne et al., 2020

Ulvan-biouronic acids

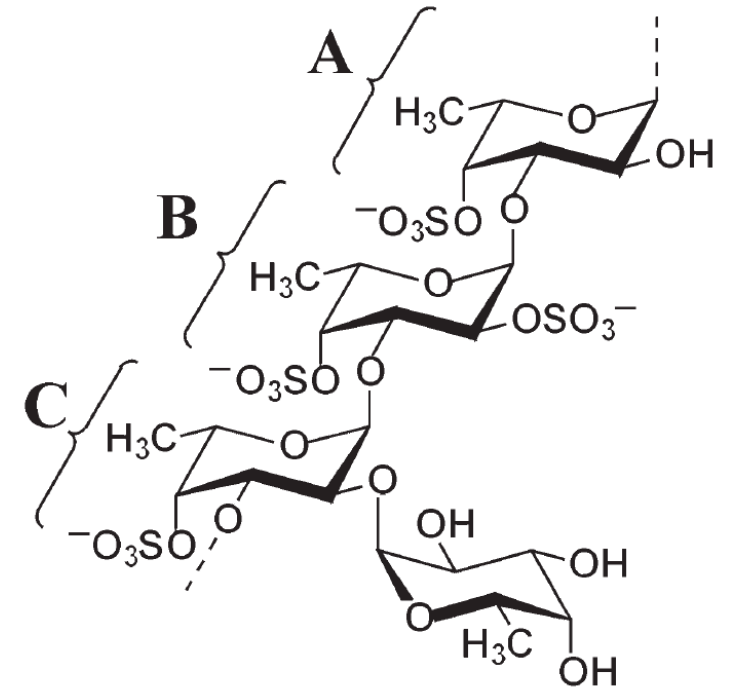


Ulvanobiosas U_{3s} U_{2's3s}



Ulvans: 2 most frequent disaccharides

Robic et al., 2009



Fucoidan: Fucose $\alpha(1,3)$

+ Fucose $\alpha(1,2)$ + sulphate in C-4

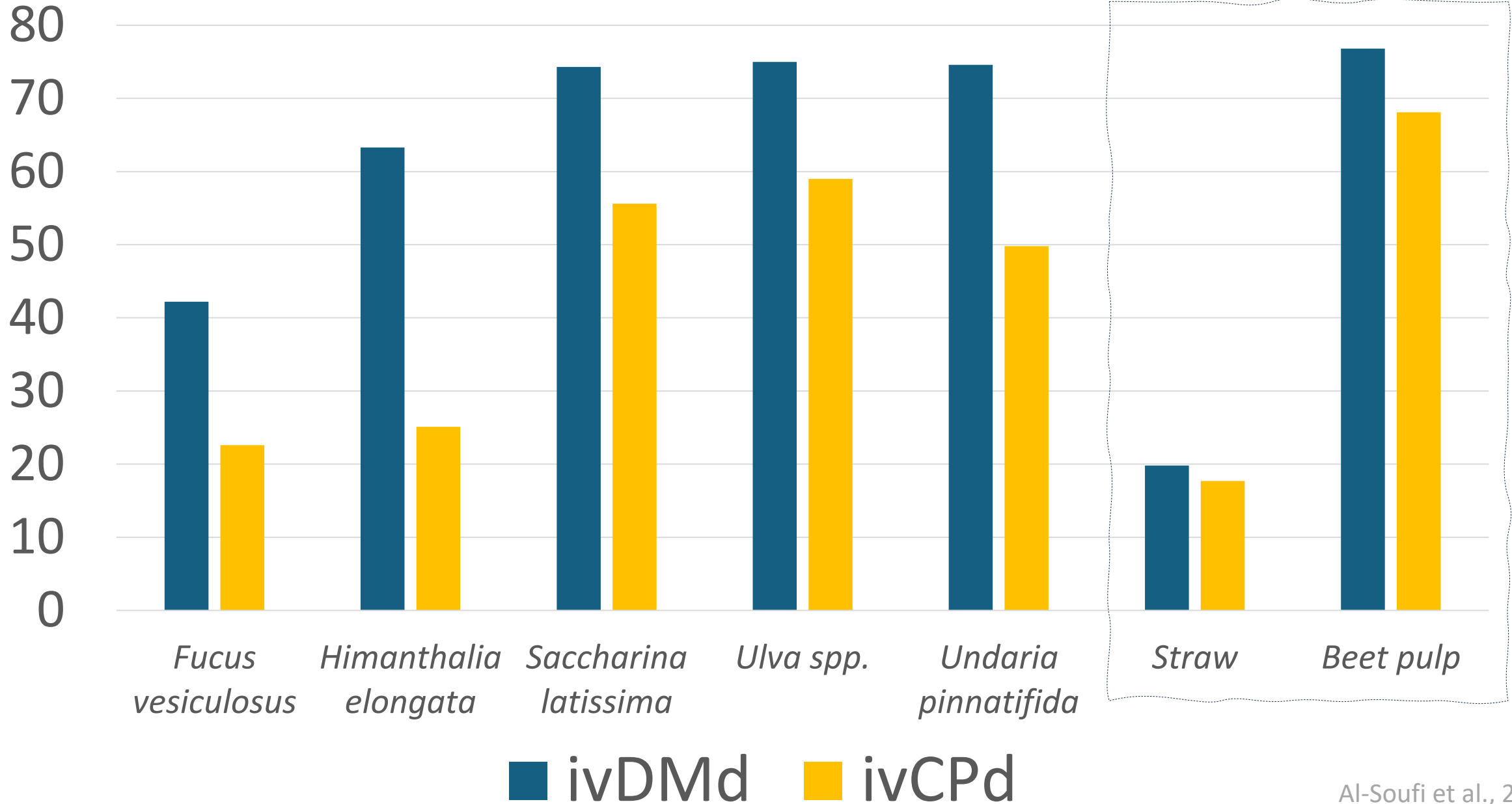
Usov et al., 1998; Cumashi et al., 2007

Digeribilità *in vitro*

Exp. 1

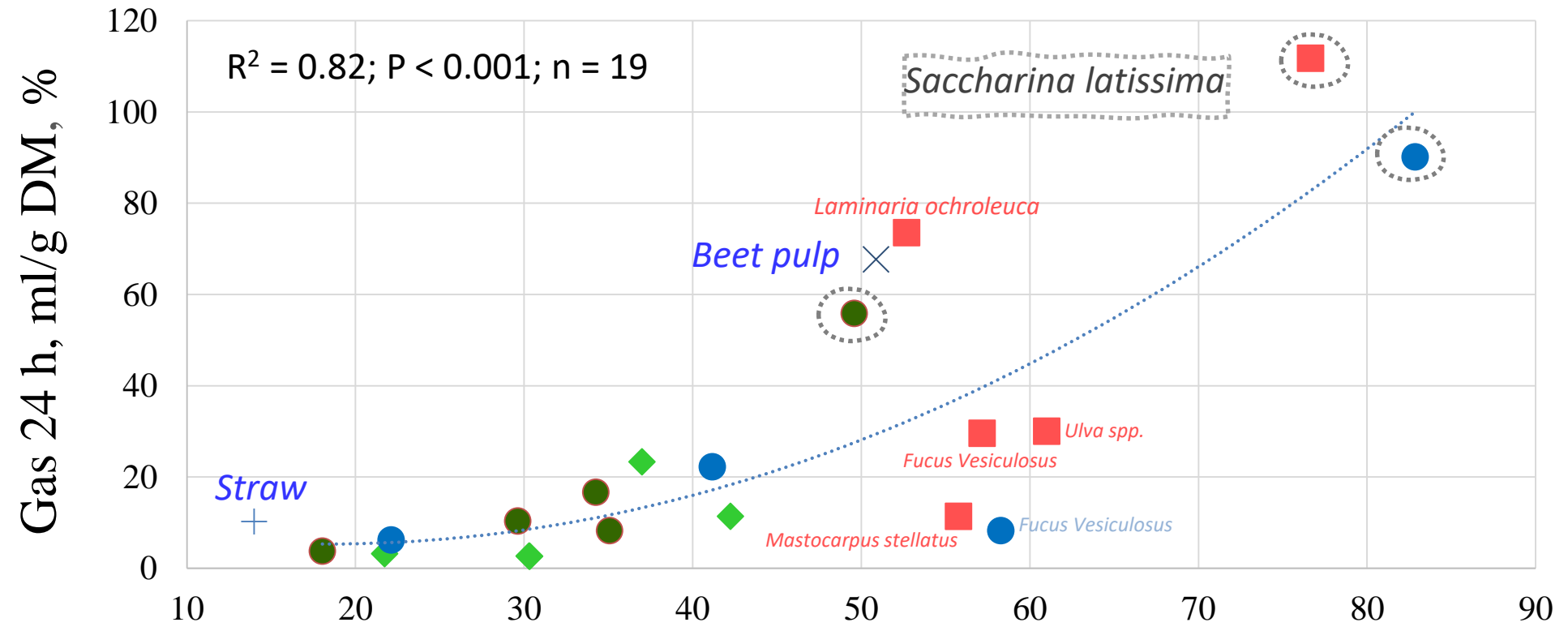


POLITECNICA



Produzione di gas *In vitro*

Exp. 1

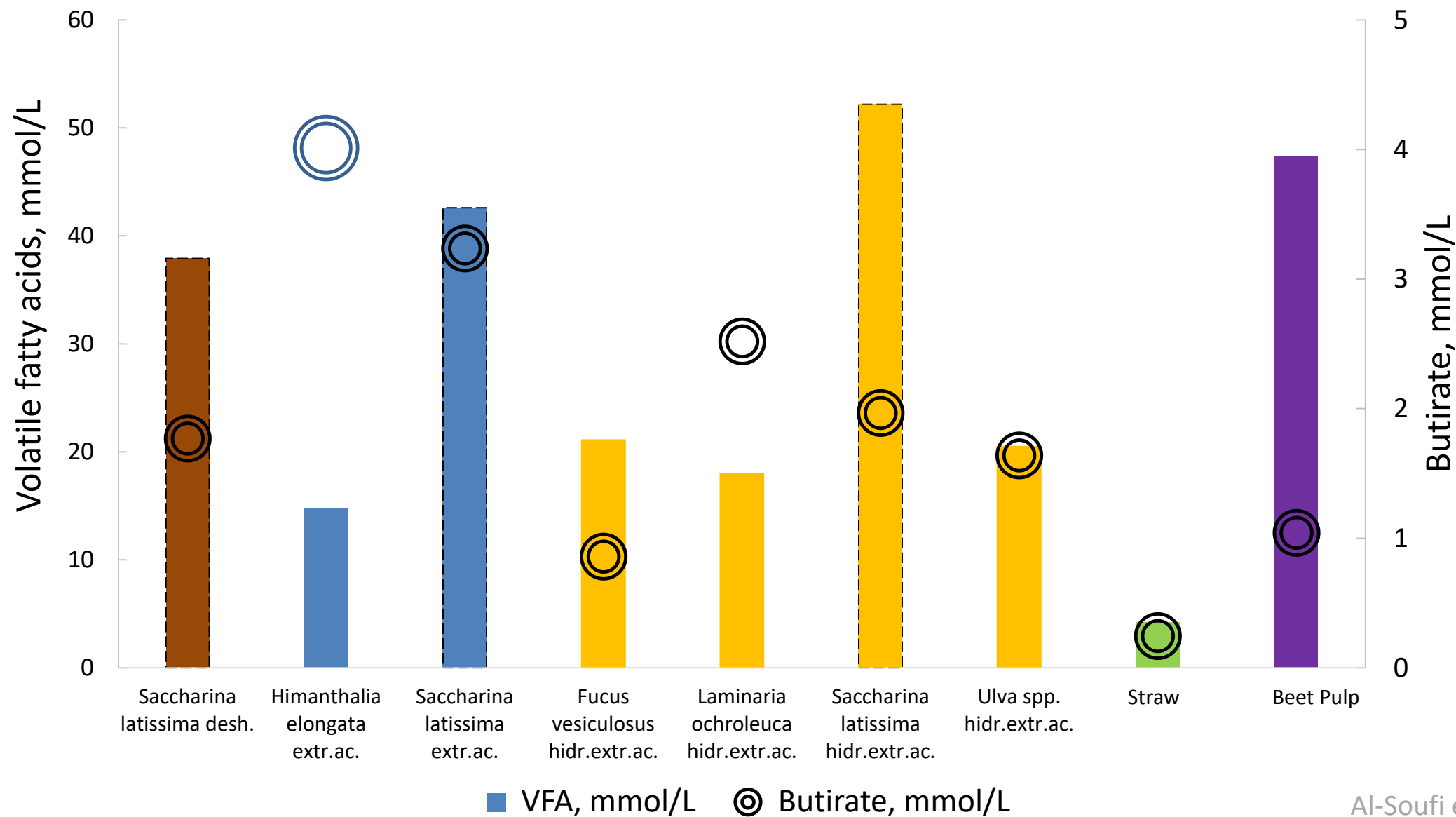


Soluble fibre + [100 - (ash + protein + TDF)], % DM

- Dehydrated macroalgae
- ◆ Dehydrated macroalgae + enz
- Aquous extracts
- Aquous extracts of hydrolyzed algae
- + Straw
- × Beet pulp

Tipo di fermentazione *in vitro*

Exp. 1



Concentrazione inibente minima

Exp. 1

Attività inibente per:

- *Himanthalia elongata*: 8.2 mg/ml
- *Undaria pinnatifida*: 8.2 mg/ml
- Extract *S. latissima*: 8.2 mg/ml

~~*Fucus vesiculosus*~~

~~*Saccharina latissima*~~

~~*Ulva spp.*~~

E. coli CECT 434

E. coli CECT 727

E. coli R1

E. coli R2

Salmonella typhimurium

Samonella enteridis

Lysteria monocytogenes

Pseudomonas aeruginosa

~~*Clostridium perfringens*~~

~~*Costridium difficile*~~

Digeribilità *IN VIVO*

⇒ Diete Sperimentali

Exp. 2

- Control
- Control + **1,025% *Saccharina latissima***
- Control + **1,025 extract *S. latissima***
- Control + **1,025% extract *Himanthalia elongata***
- Control + **1,025% extract *Ulva spp.***

⇒ Composizione chimica delle diete (% DM)

	Control	<i>S. latissima</i>	Extr. <i>S. latissima</i>	Extr. <i>H. elongata</i>	Extr. <i>Ulva spp.</i>
Proteina Grezza	17,0	16,9	17,0	16,4	16,6
Neutral detergent fibre -NDF	44,5	43,4	42,6	45,2	45,2
Acid detergent fibre -ADF	20,1	20,0	19,7	20,5	20,4
Estratto etero	3.74	3.31	3.46	3.48	3.1
Iodio, ppm	0.86	45.2	70.6	2.99	1.25
Arsenico, ppm	0.24	1.15	1.61	0.77	0.26

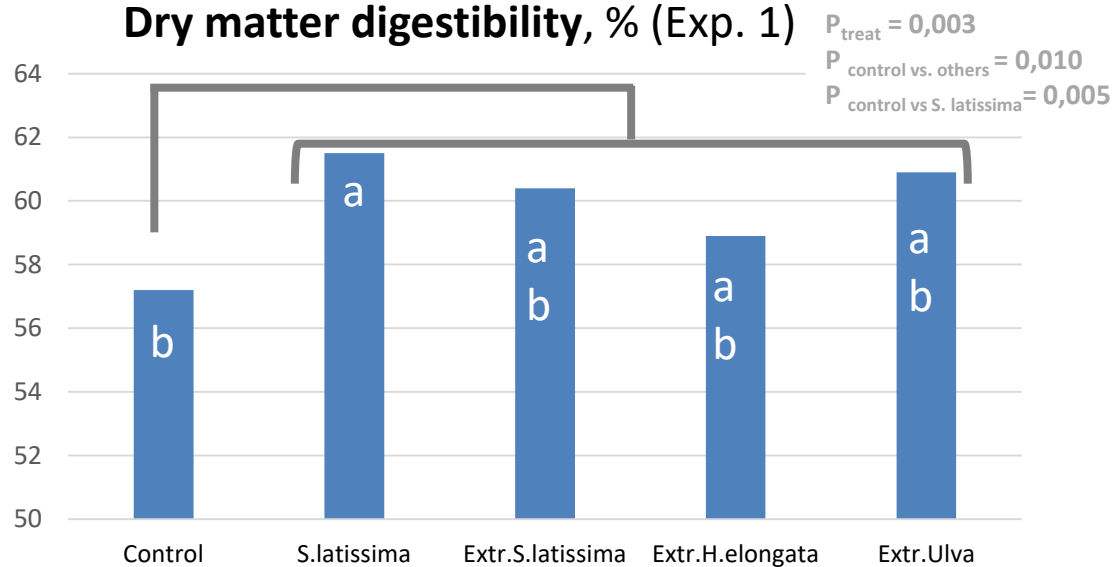
Iodio massimo nella dieta del coniglio (UE, 2005): 10 ppm

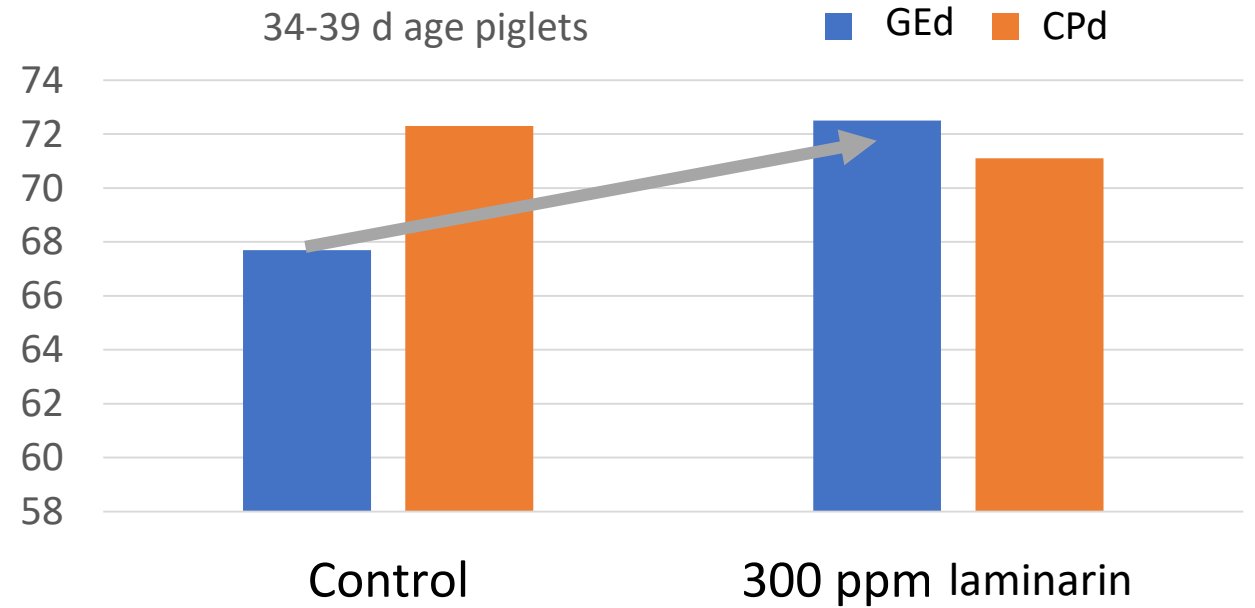
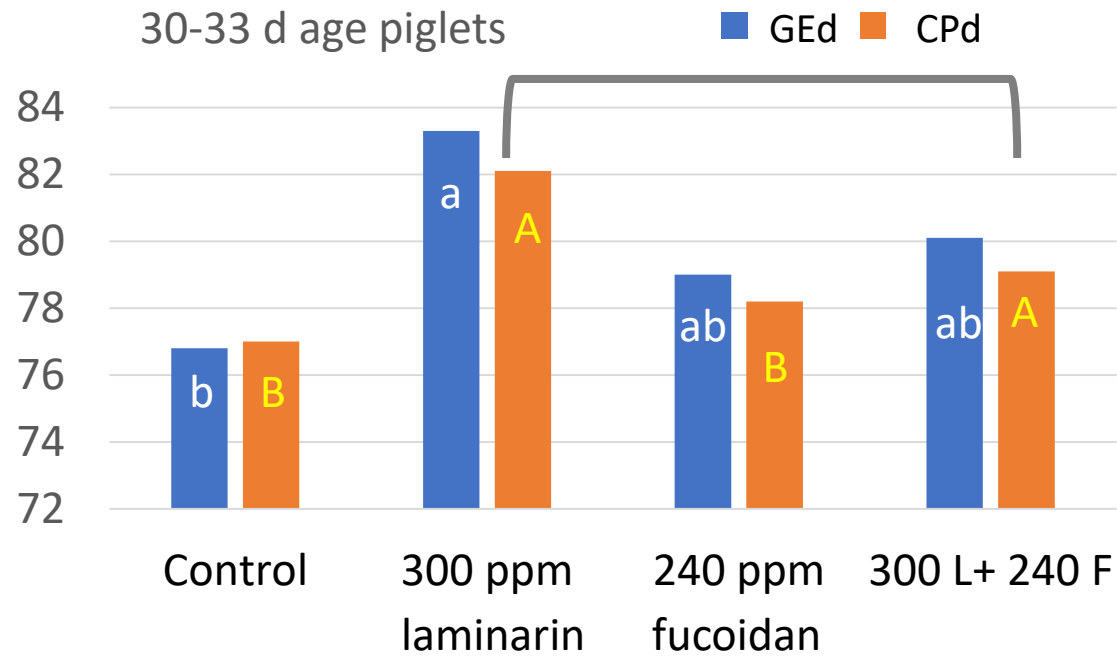
Arsenico massimo nella dieta del coniglio (UE, 2005): 10 ppm

Digeribilità fecale (51/44 d age)

Exp. 2

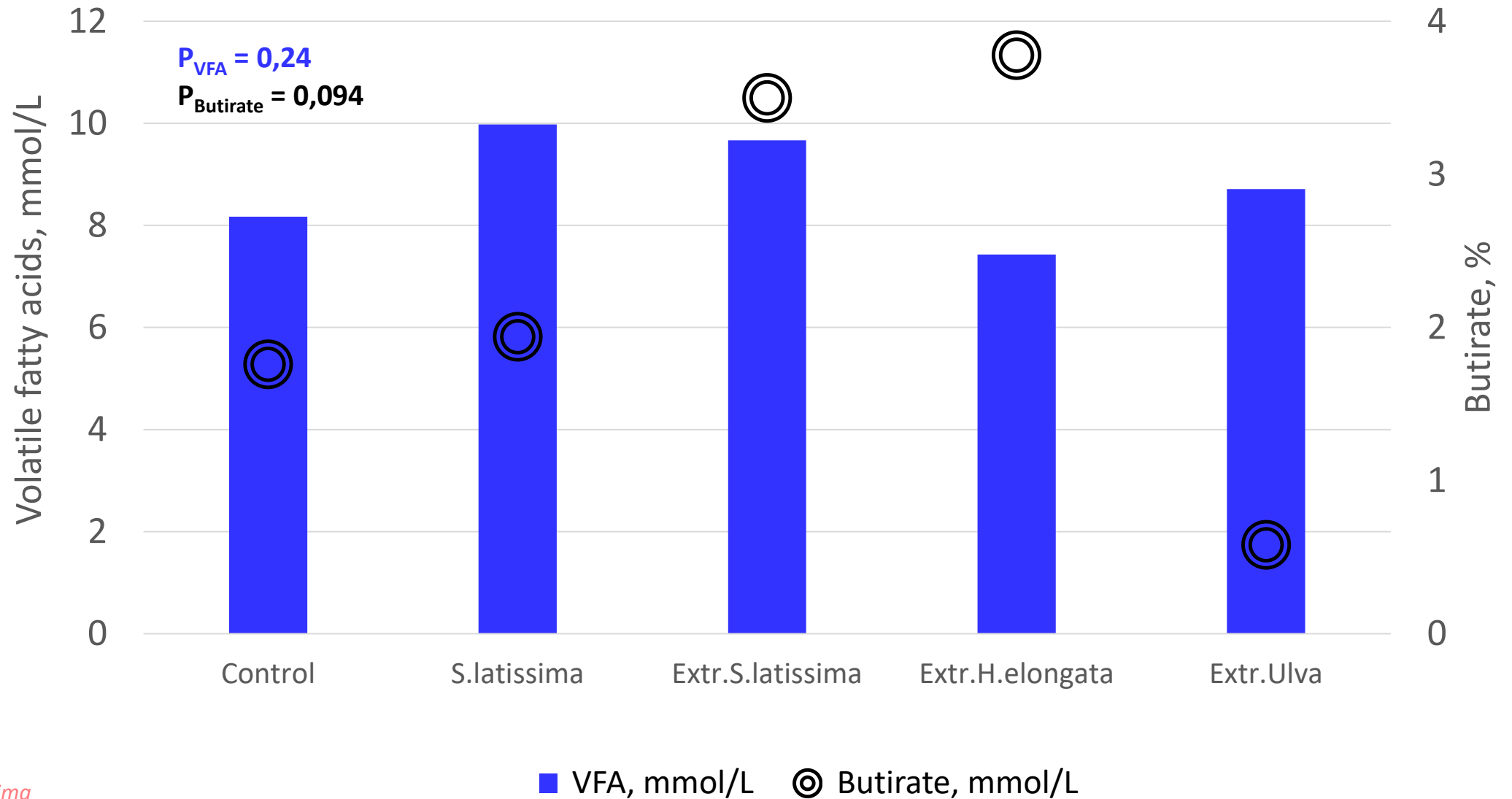
Dry matter digestibility, % (Exp. 1)





Acidi grassi volatili dell'ileo

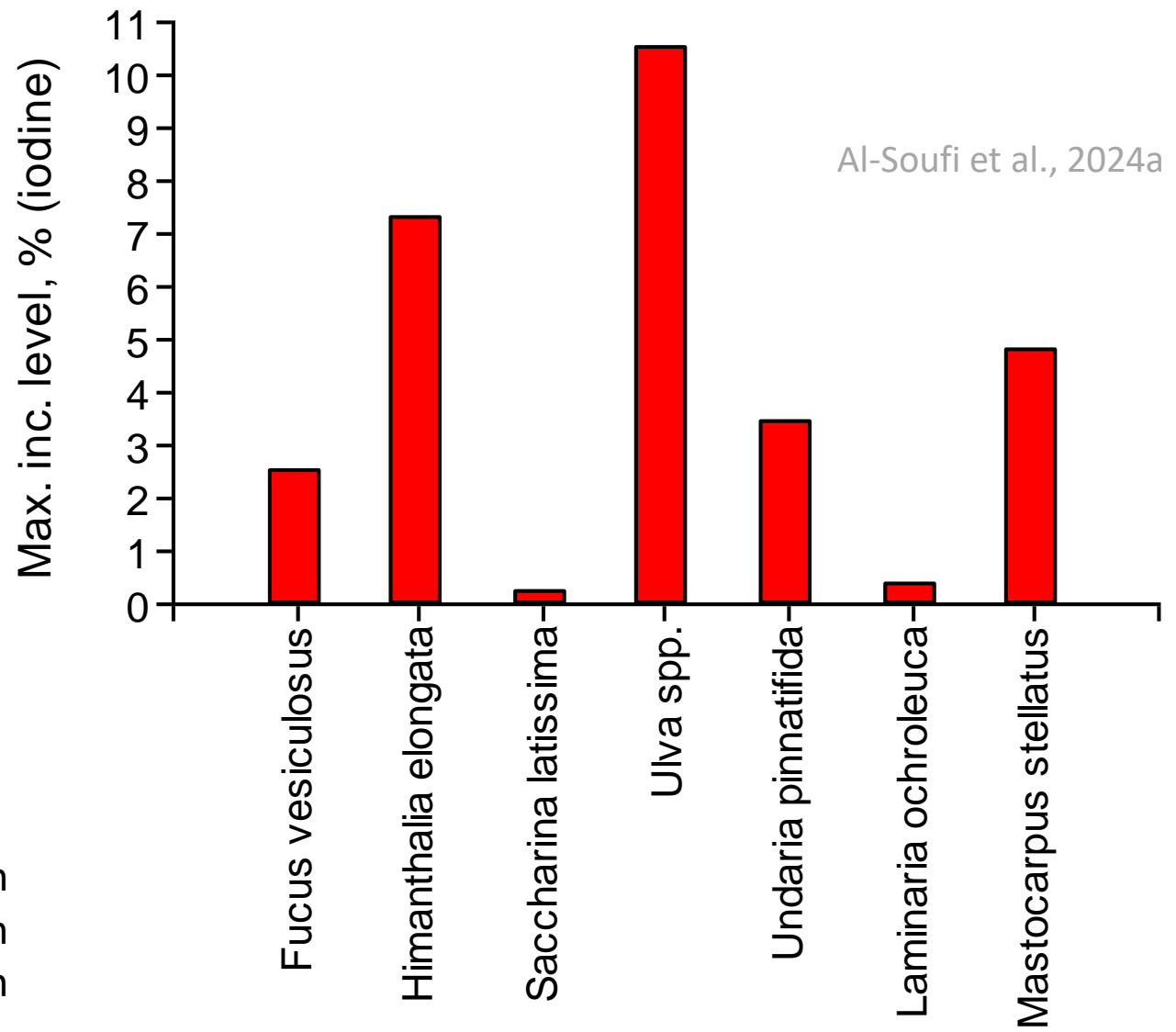
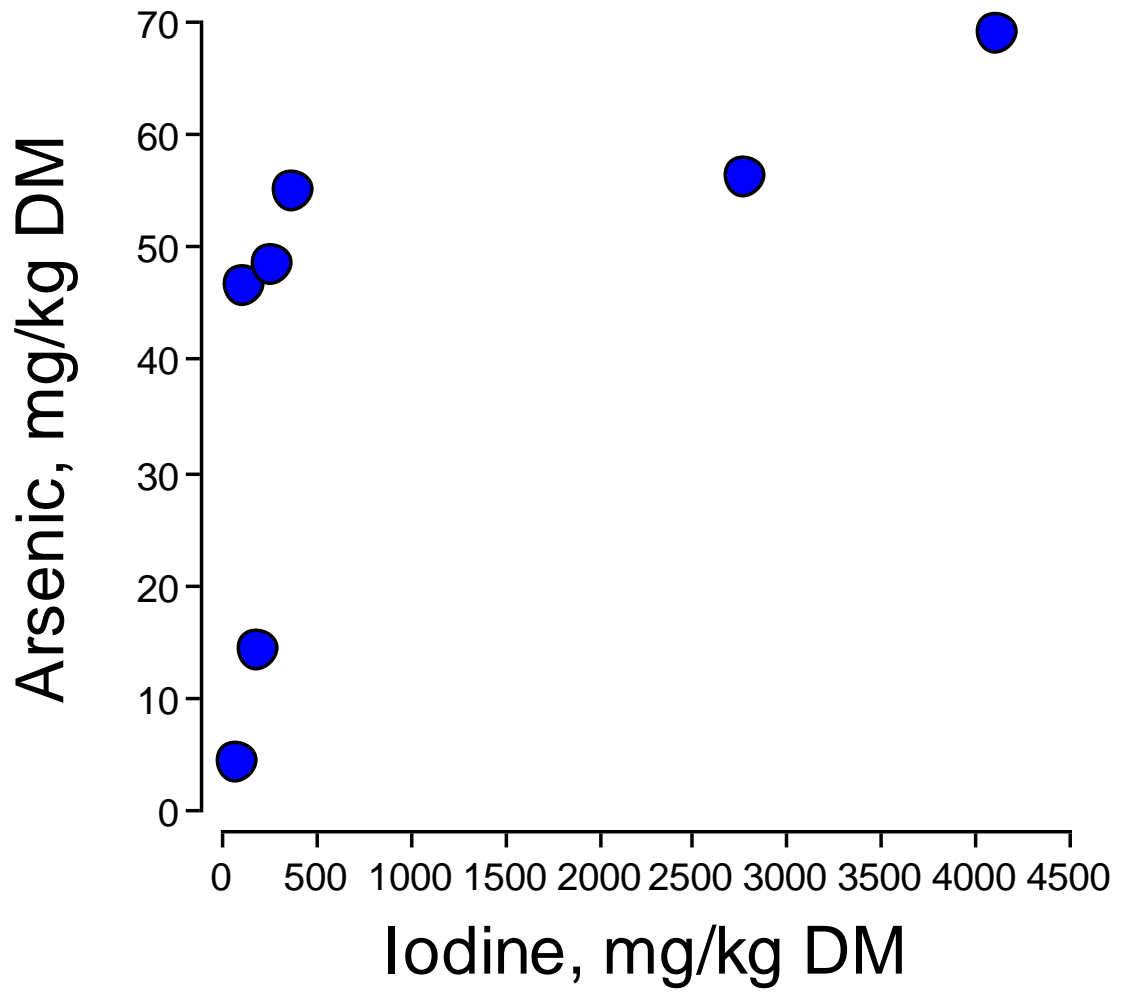
Exp. 2



1.025% in the diet:
Saccharina latissima
Extr. *Saccharina latissima*
Extr. *Himanthalia elongata*
Extr. *Ulva* spp.

Iodio ed arsenico

Exp. 1

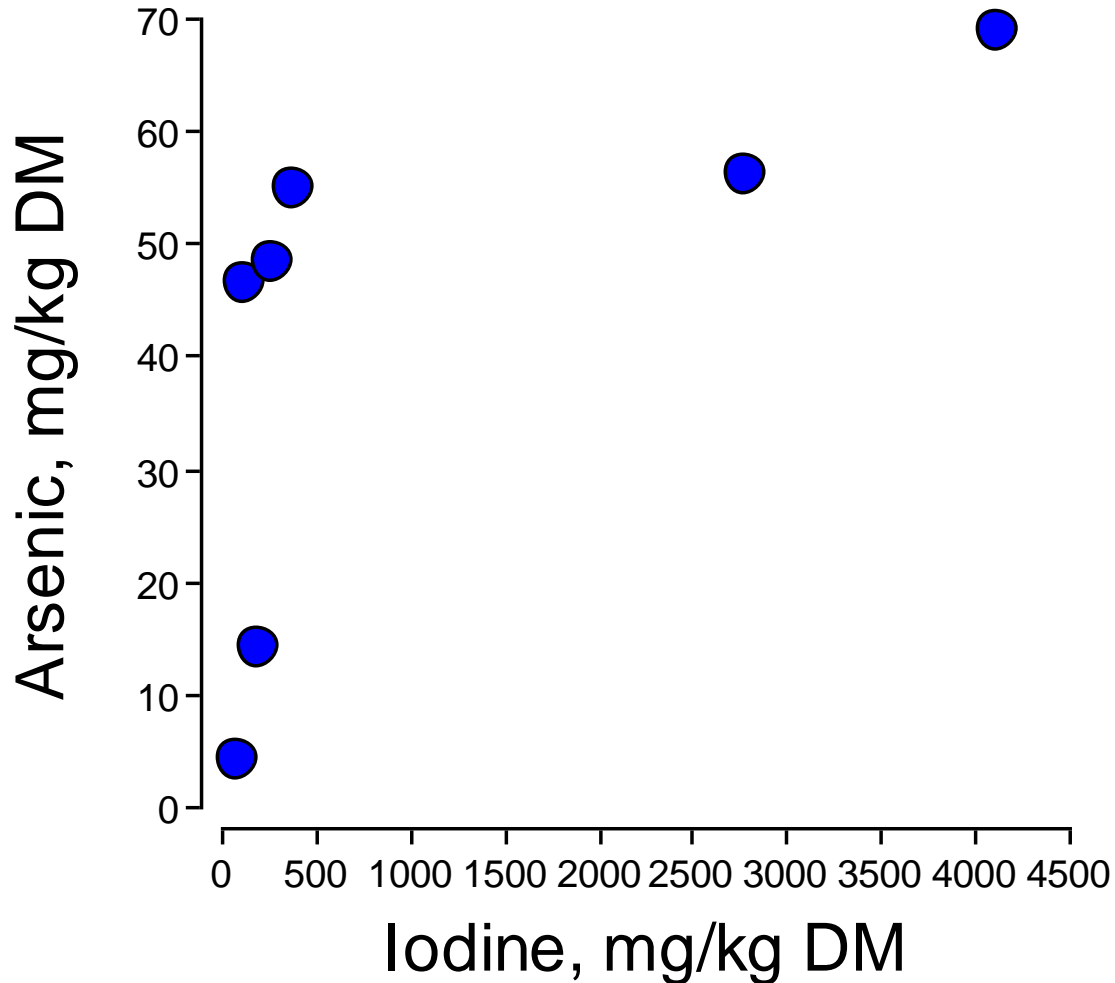


Al-Soufi et al., 2024a

Maximal iodine in rabbit diets (UE, 2005): 10 ppm
Maximal arsenic in animals diets (UE, 2005): 10 ppm
Maximal arsenic in macroalgae products: 40 ppm

Iodio e arsenico

Exp. 1



Arsenico

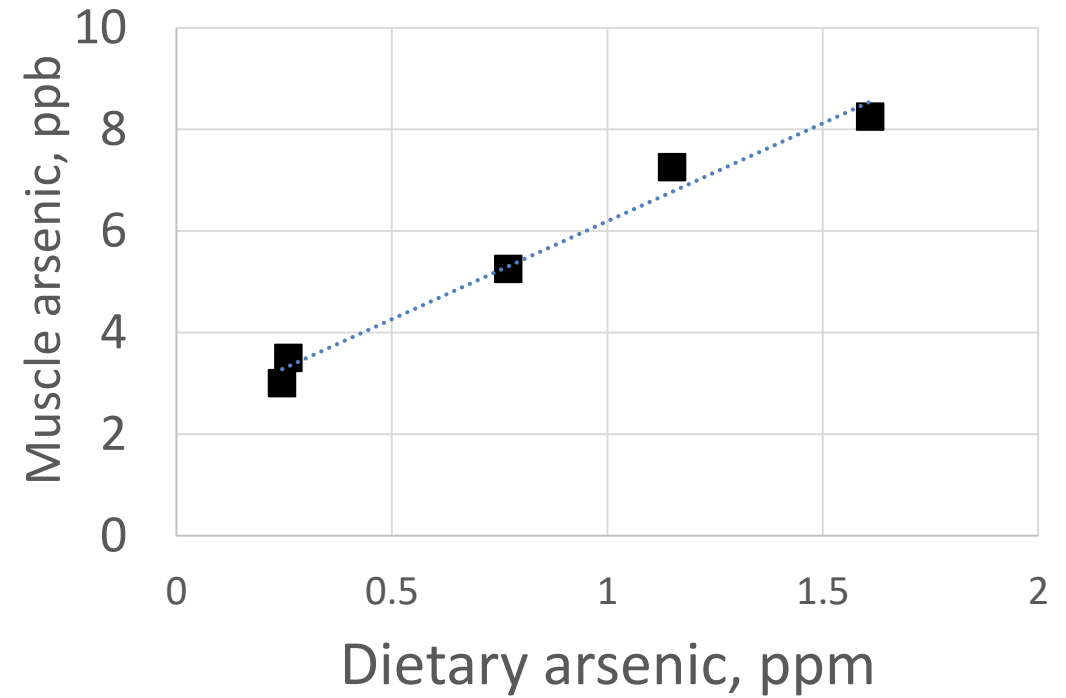
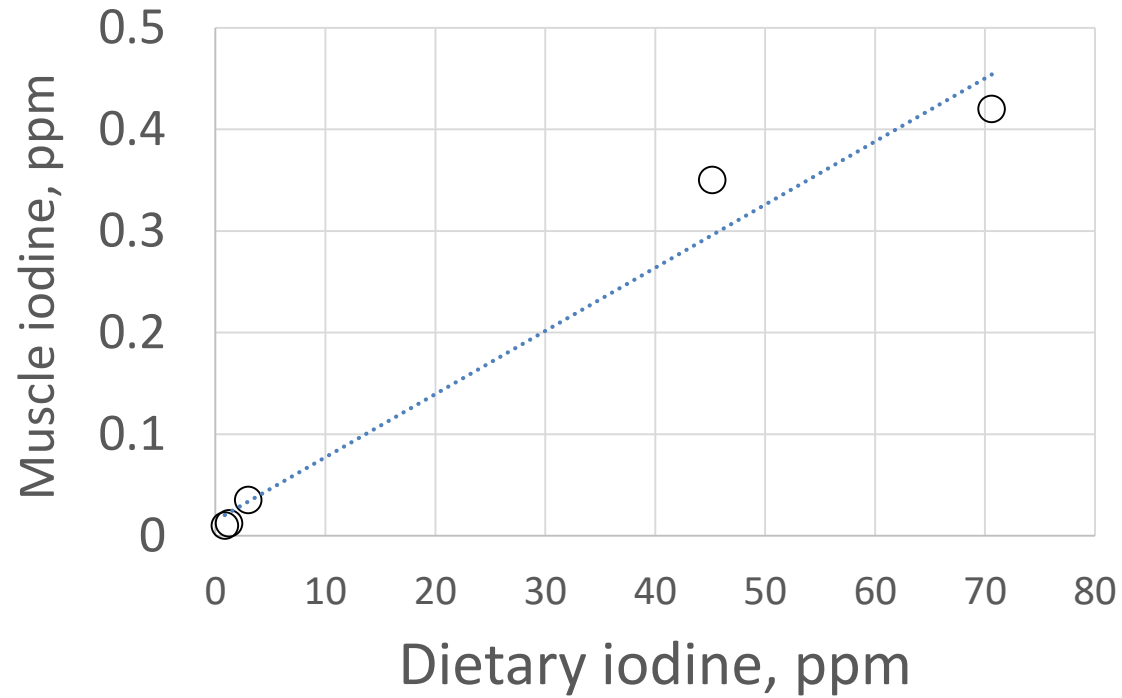
- Alti As-zuccheri
- Basso As inorganico

Fucus vesiculosus
Himanthalia elongata
Undaria pinnatifida
Laminaria ochroleuca
Ulva spp.
Mastocarpus stellatus
Saccharina latissima

Maximal iodine in rabbit diets (UE, 2005): 10 ppm
Maximal arsenic in animals diets (UE, 2005): 10 ppm
Maximal arsenic in macroalgae products: 40 ppm

Iodio ed Arsenico nella carne di coniglio

Exp. 2



1.025% in the diet:
Saccharina latissima
Extr. *Saccharina latissima*
Extr. *Himanthalia elongata*
Extr. *Ulva* spp.

Concentrazione variabile in macro/micro minerali

- Bassa in:

- Cd

- Hg

- Pb

Fucus vesiculosus

Himanthalia elongata

Undaria pinnatifida

Laminaria ochroleuca

Ulva spp.

Mastocarpus stellatus

Saccharina latissima

Concentrazione variabile in macro/micro minerali

- Alta in:

- Ca
- Mg
- K
- Na
- S

- Moderata in:

- P

- Particolarmente alta in:

- Iodine
- Fe
- Mn
- Co
- Mo
- Zn

Fucus vesiculosus

Mastocarpus stellatus

Saccharina latissima

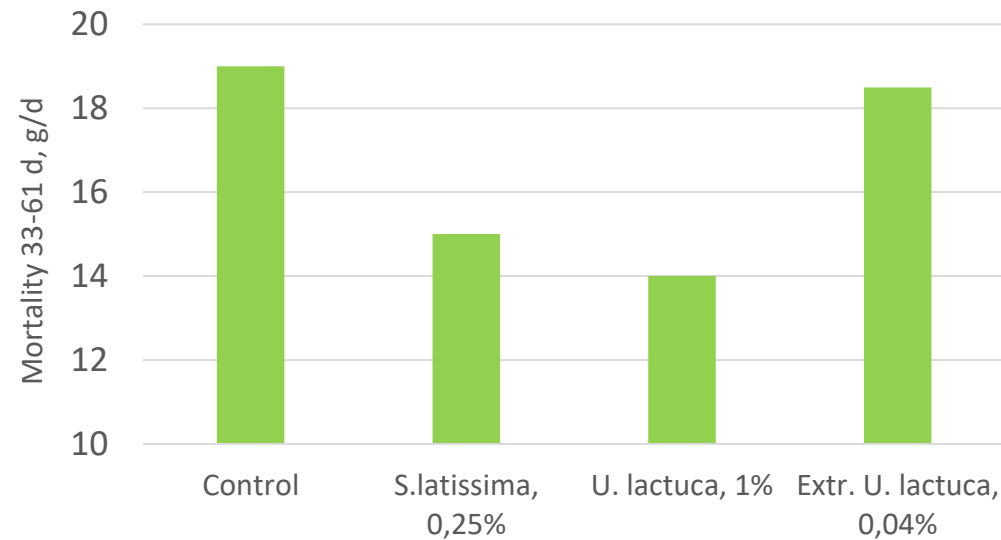
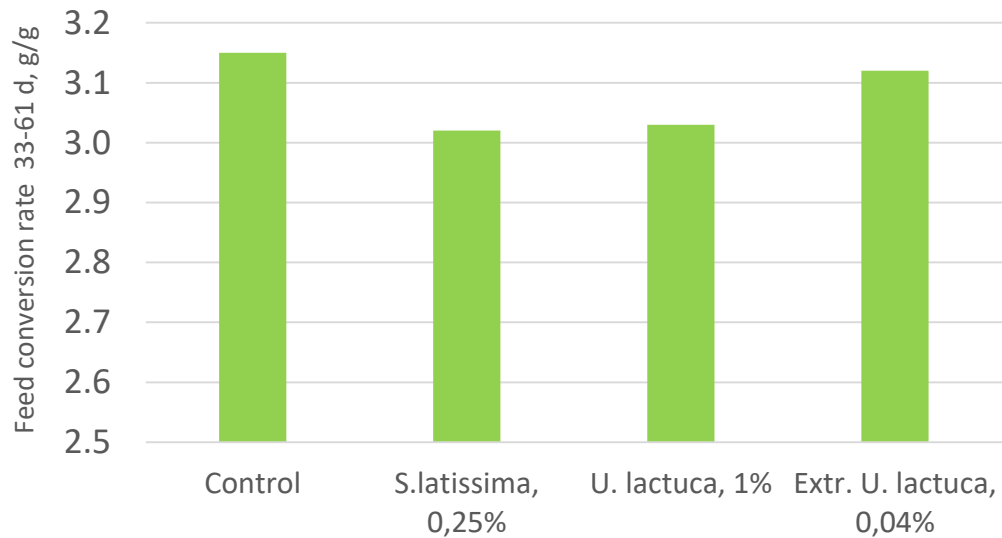
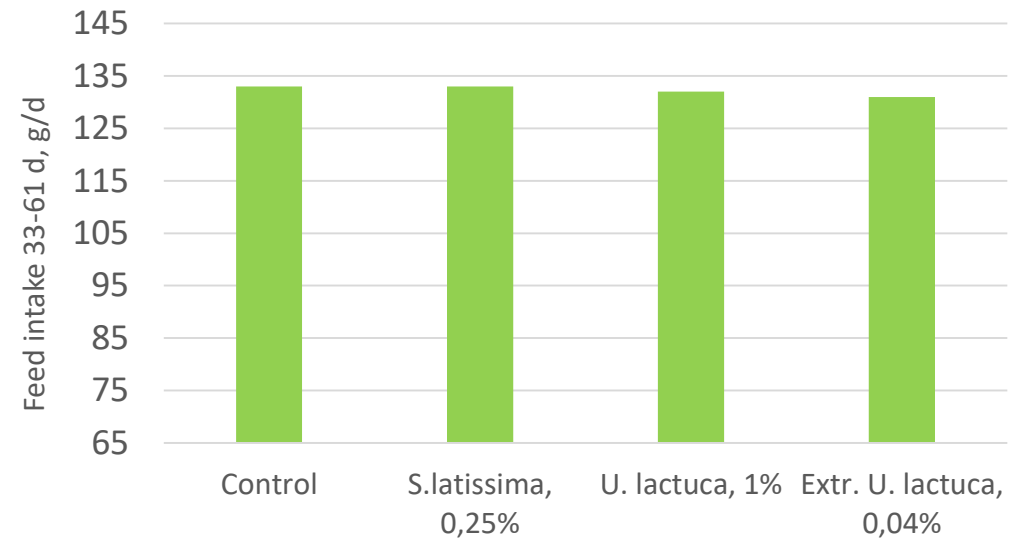
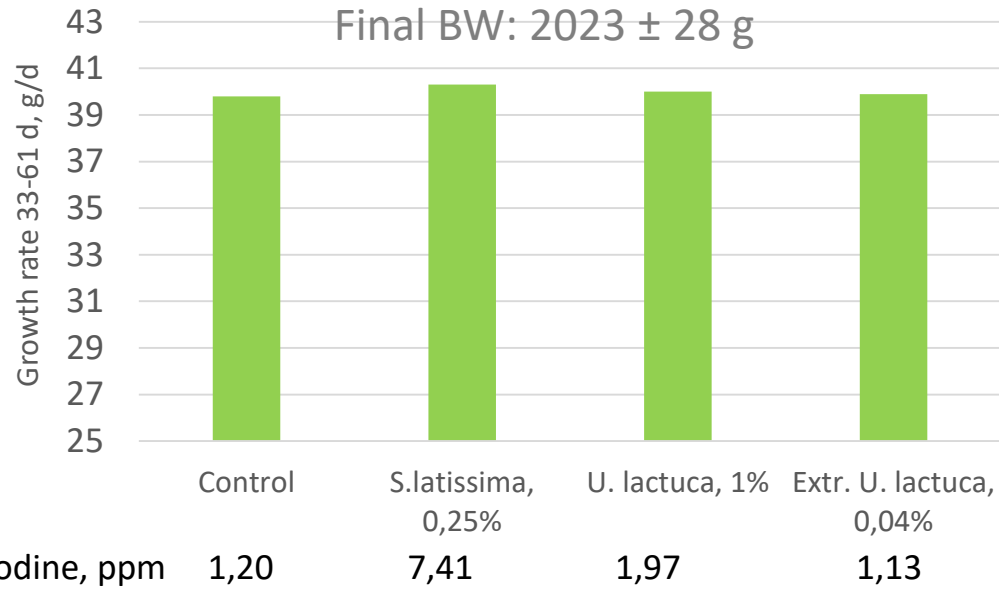
Caratteristiche della carcassa/carne

- Nessuna influenza su
 - Resa percentuale della carcassa
 - Proprietà antiossidante nel longissimus lumborum
 - Profilo sensoriale della carne, solo:
 - » Sapore esaltato da Extr. *S. latissima*
 - » Succosità esaltata da Extr. *H. elongata*

N = 25 gabbie / trattamento
8 conigli/gabbia
P ≥ 0.38

Caratteristiche di crescita 33-61 d: Farm A

Exp. 3



N = 24 gabbie / trattamento
(12 for FCR)
8 conigli/gabbia
P ≥ 0.17

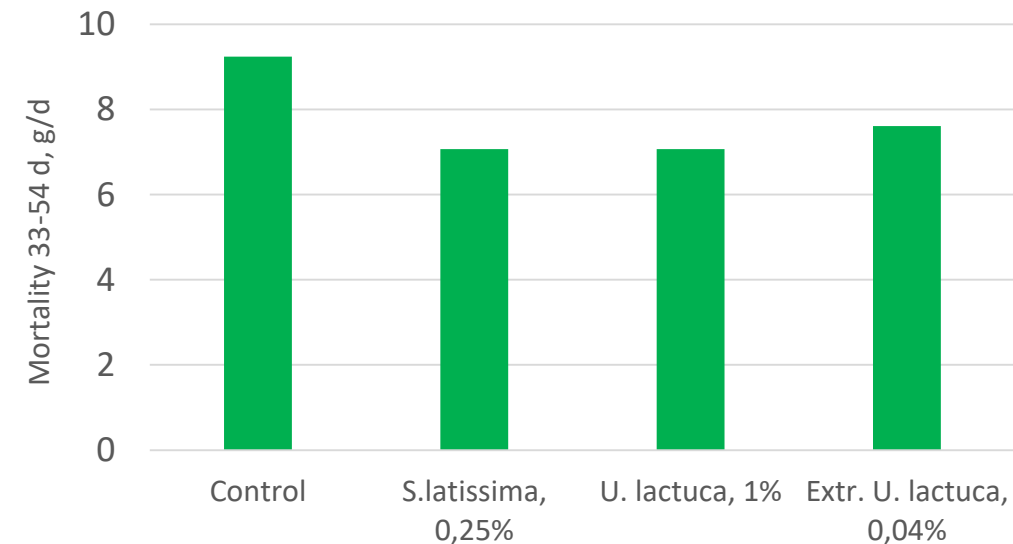
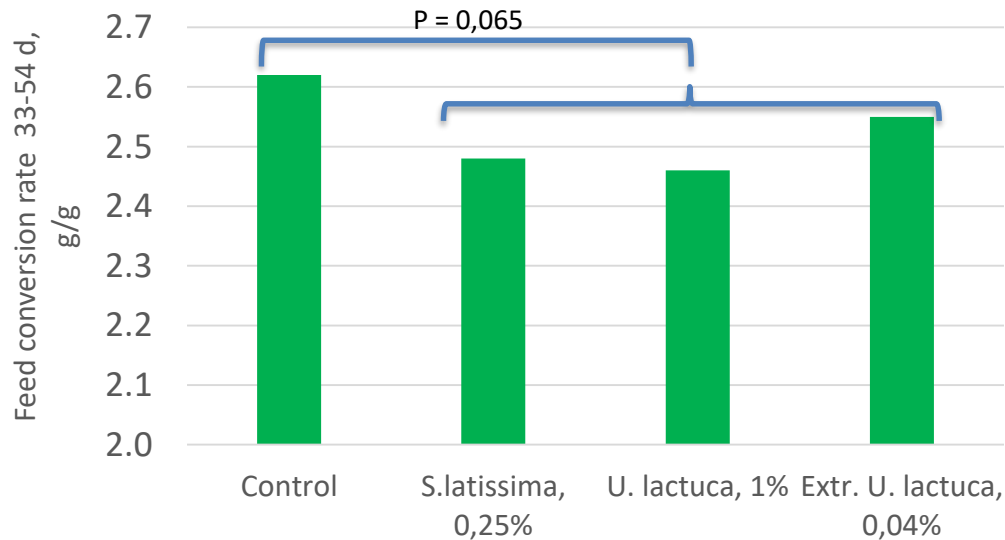
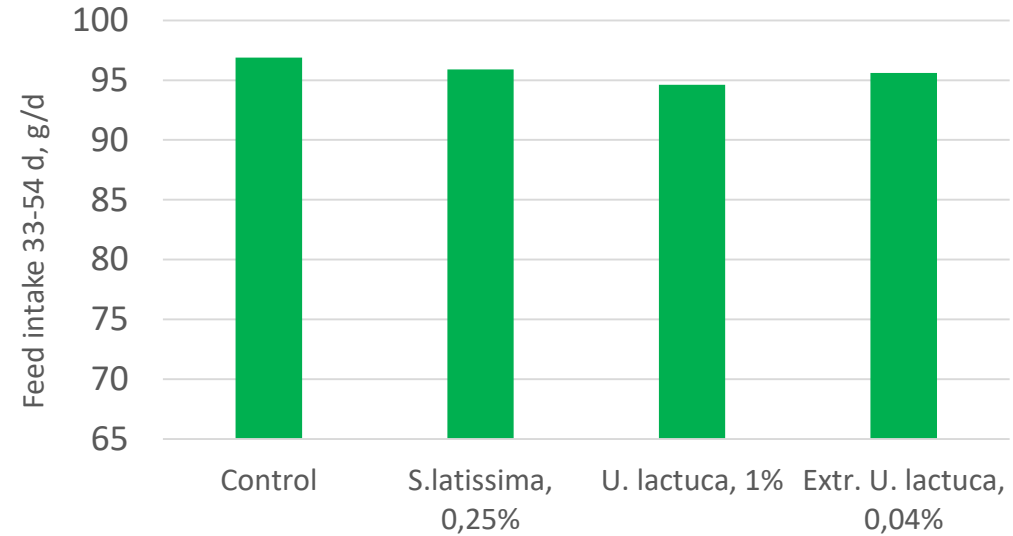
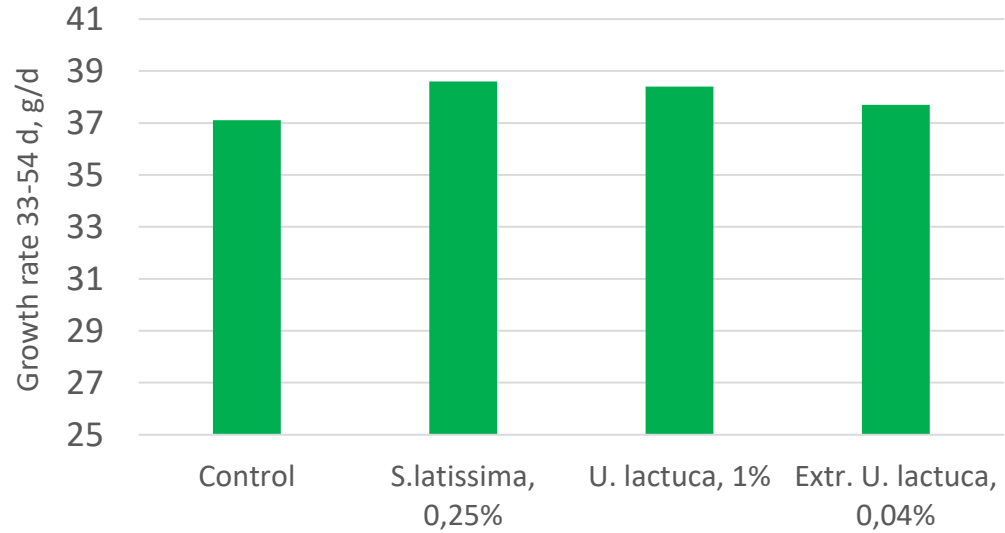
Caratteristiche di crescita : Farm B

Exp. 3

Al Soufi et al., 2024c



POLITÉCNICA



Macroalghe

- ✓ *Nessun effetto negativo fino ad 1% di inclusione*
- ✓ *Effetti positivi su:*
 - *digeribilità*
 - *effetto butirrogeno*
- ✓ *Bassi livelli di inclusione (0.1-1-10%)*
 - *Controllare iodio ed arsenico*

Prossimi passi per ottimizzare i prodotti a base di macroalghe come ingredienti dei mangimi

- ✓ *Ingredienti vs. estratto ?*
- ✓ *Aggiustare la dose alimentare*
- ✓ *Miglior caratterizzazione dell'estratto:*
 - ⇒ *Polisaccaridi*
 - ⇒ *Profilo minerale*
- ✓ *Valutare l'effetto su:*
 - ⇒ *Mucosa intestinale*
 - ⇒ *Digeribilità dell'ileo*
 - ⇒ *Risposta immunitaria*

Grazie mille!!

Porto-Muiños



Porto-Muiños



Porto-Muiños