



Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura

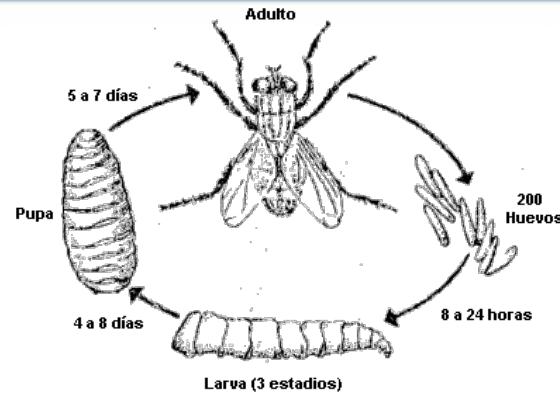
Via Salaria 31, 00015, Monterotondo Scalo, Roma

Tel: +39-06-900901

Fax: +39-06-90090223

E-mail: za@crea.gov.it

<http://sito.crea.gov.it>



Considerazioni circa l'impiego di farine d'insetto in sostituzione di farine di pesce o di soia nell'alimentazione avicola, conclusioni dal progetto INSECTA

David Meo Zilio & Monica Guarino Amato

CREA, centro di ricerca zootecnia e acquacoltura, via Salaria 31, Monterotondo Scalo (RM)

Progetto INSECTA D.M.1958/7303/2016

Insetti nella Nutrizione animale: Stato dell'arte, Criticità Tecniche e Aspetti normativi

✓ Obiettivi

- **Revisione sistematica dell'argomento.**
- Analisi statistica ed interpretazione dei dati reperibili in letteratura.
- Disamina dei punti critici e individuazione di soluzioni attuabili lungo la filiera.
- Impostazione di ipotetiche razioni per ruminanti e monogastrici con l'inclusione di insetti ottenute tramite l'impiego di *software* specifici per il bilanciamento dei nutrienti e l'ottimizzazione dei costi per unità energetica e proteica.
- **Valutazione preliminare della sostenibilità e del costo** dell'impiego di razioni con farine d'insetti *versus* quelle con farina di soia e di pesce.

✓ Output

- Revisione narrativa sull'impiego degli insetti in zootecnia
- Revisione sistematica con meta-analisi dei dati relativi alla composizione chimica e nutrizionale in funzione di tipo di insetto e fase di sviluppo.
- **Preparazione del terreno per due successivi progetti a gestione MiPAAFT, ad oggi in corso d'opera (TIPIBIO e PERILBIO), relativi all'impiego di insetti nell'alimentazione biologica degli avicoli.**
- **Networking e sinergie (CREA, Università, produttori, stakeholders e cultori della materia, studenti corsi di laurea e post laurea) → Joint Lab Italia/Israele (proposta di progetto)**

- ✓ **Specie incluse:** 4, *Acheta domesticus* (AD) *Hermetia Illucens* (HI) *Musca domestica* (MD) *Tenebrio molitor* (TM)
- ✓ **Studi impiegati:** 119 (17 AD, 26 HI, 39 MD, 37 TM).....ma non finisce qui.....!
- ✓ **Dati acquisiti:**
 - **Composizione chimica centesimale (% SS):** proteina (CP), grassi (EE), fibra grezza (FG), ceneri (Cen), estrattivi inazotati (EI), ADF, NDF, chitina.
 - **Composizione acidica (% AGT)**
 - **Composizione amminoacidica (% AAT)**
 - **Minerali (g/kg ss)**
 - **Vitamine (mg/kg ss)**
 - **Energia lorda (MJ/kg ss)**

✓ Fase preparatoria per la meta-analisi

• Eligibilità e strategia di ricerca

- Studi sperimentali (articoli scientifici, tesi di laurea e di dottorato, reports etc.)
- Reviews (dati originali)
- Nessun limite di pubblicazione
- Inclusione di almeno una delle specie elette

• Criteri d'inclusione

- Numero di repliche
- Media
- Deviazione standard

Dataset finale: 42 lavori (14 *Hermetia illucens*, 10 *Musca domestica*)

✓ **Meta-analisi**

- **Scopo:** Valutare, ove possibile, come la composizione è influenzata dal tipo di insetto
- **Metodi:** per elaborare le statistiche di meta-analisi sono stati utilizzati Il software statistico R (R Core Team 2015) e il pacchetto R metafor (Viechtbauer 2010)

Le condizioni generali di inclusione necessarie sono state:

1. deviazione standard maggiore di zero;
2. nessun valore mancante nella tripletta media, deviazione standard e numerosità.

Inoltre, per motivi di stimabilità, oltre alle condizioni di cui sopra, sono state considerate solo le combinazioni di modalità-nutriente presentate almeno in tre articoli.

- **Output:**

- Sintesi del valore medio di ciascuna misura per ciascuna modalità (meta-analisi univariata);

- Modelli di meta-regressione *, ** (tecnicamente meta-ANOVA) che predicano ogni nutriente in funzione della modalità (tipo di insetto);

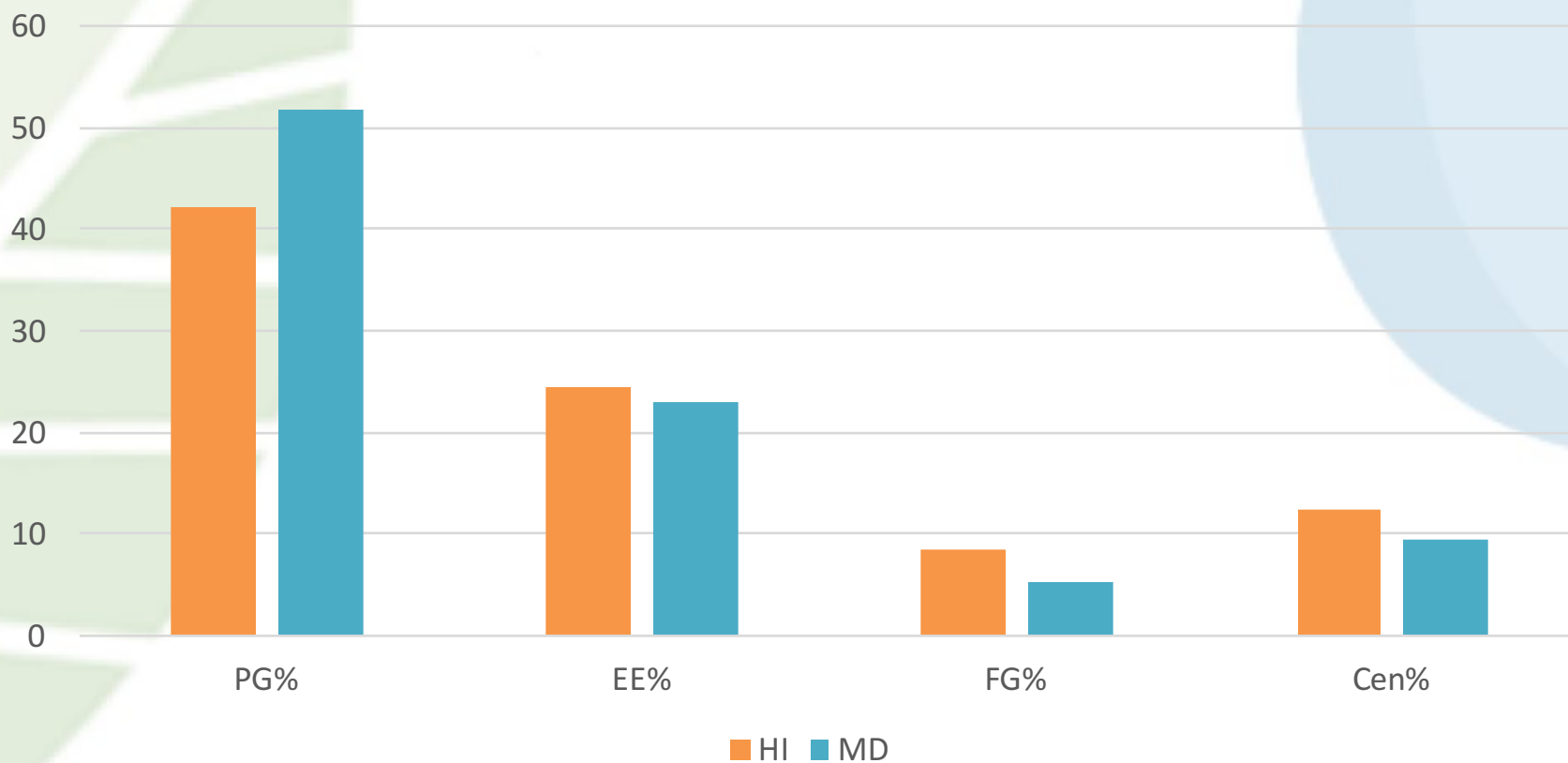
* È stata utilizzata una soglia di significatività statistica (errore di tipo I) di 0,05.

** A causa delle dimensioni del campione, non in tutti i casi è stato possibile stimare i modelli meta-ANOVA.

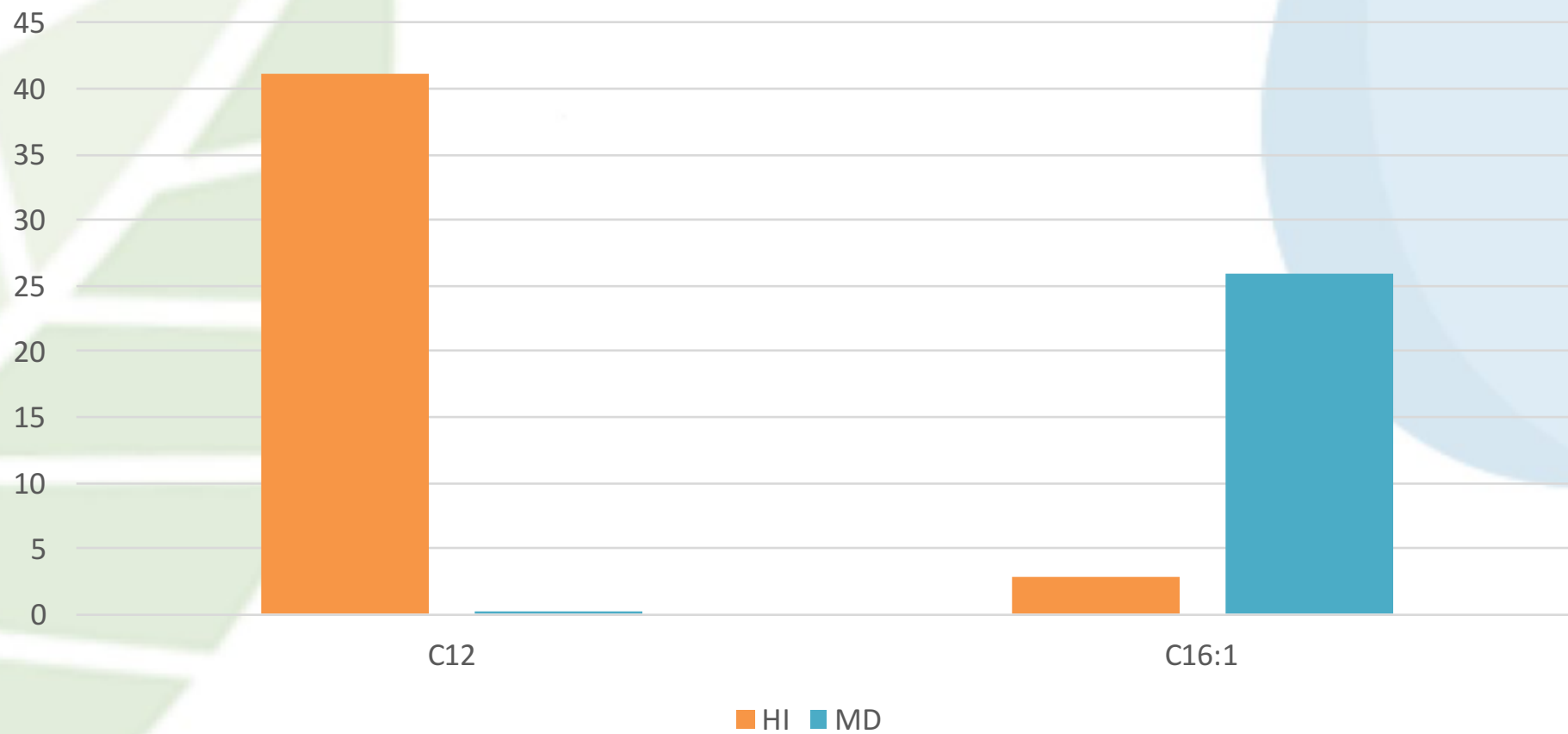
- **Risultati**

- Metanalisi univariata

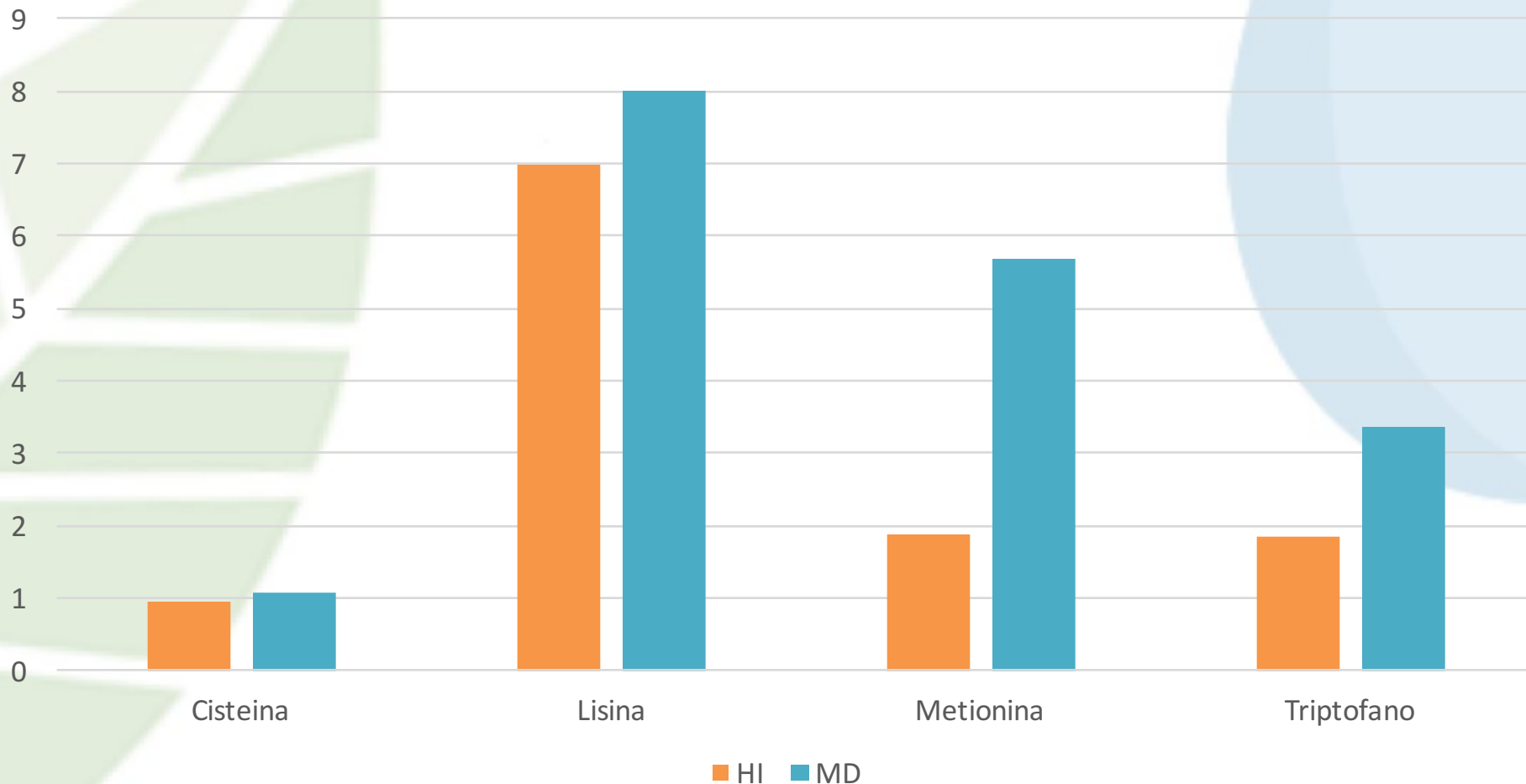
Composizione centesimale, HI e MD (larve e pupe)



C12-C16:1, HI e MD (larve e pupe)

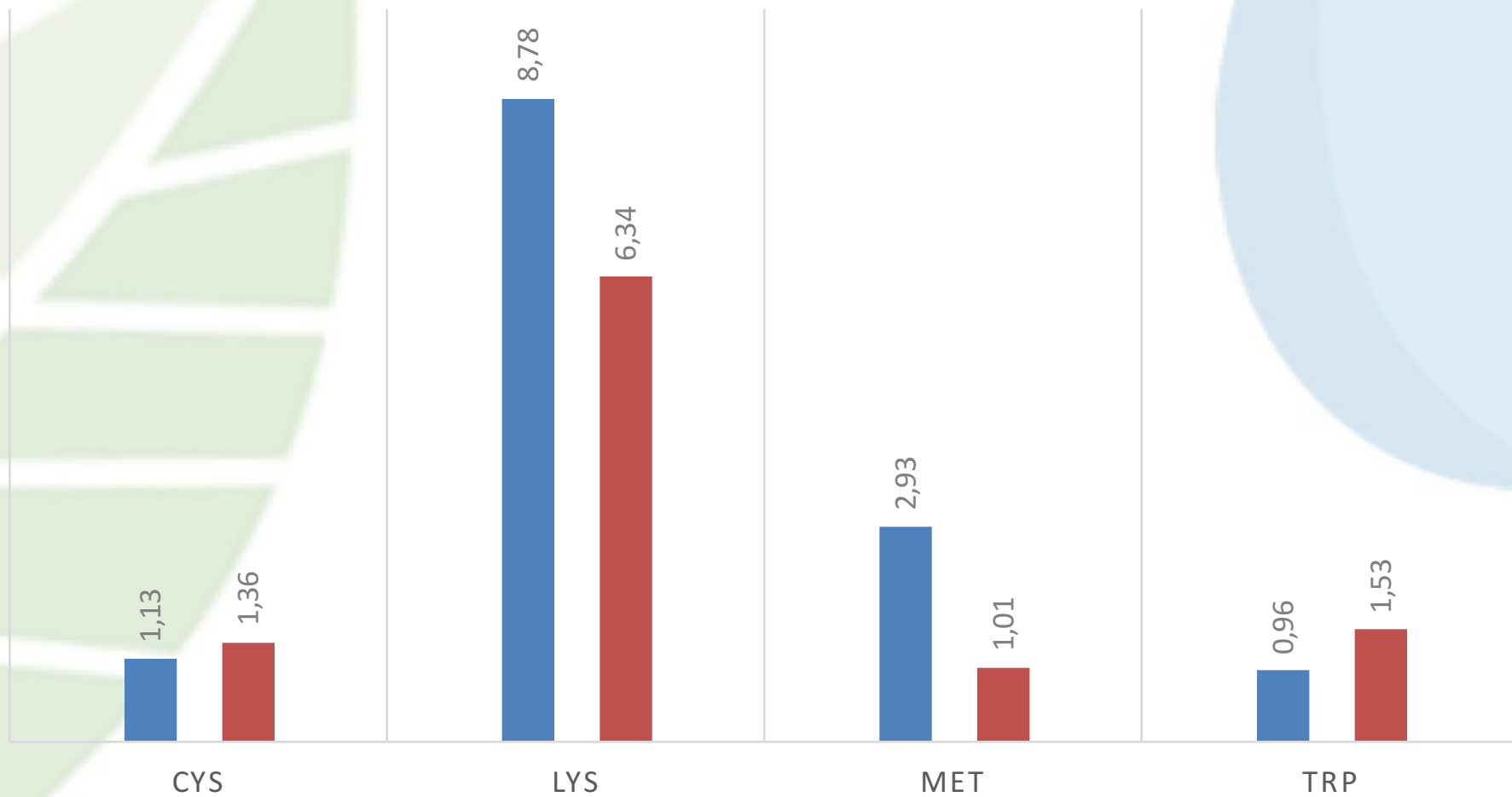


Composizione aminoacidica (% aminoacidi totali), HI e MD (larve e pupe)

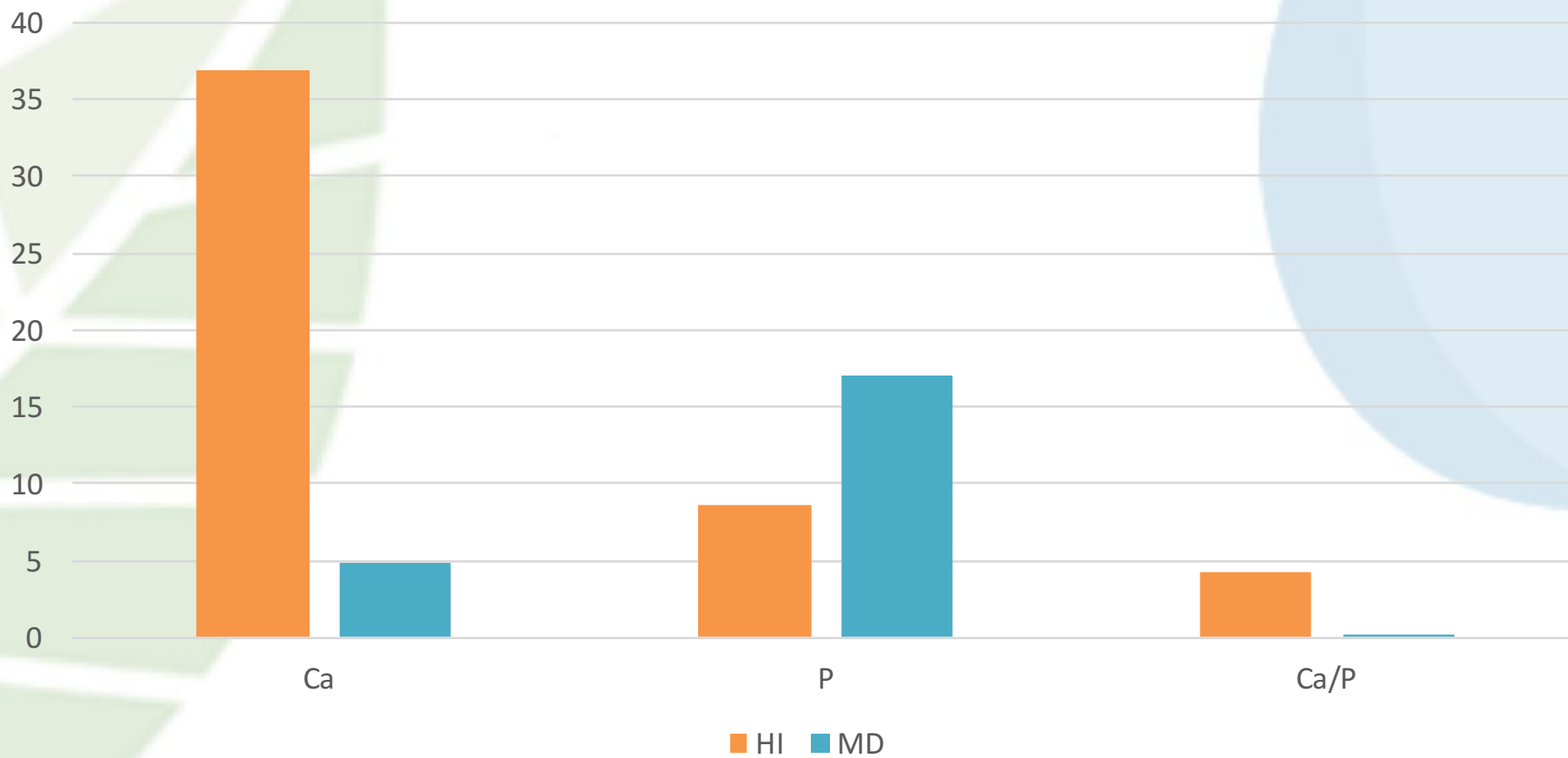


FARINE DI PESCE E DI SOIA

■ FP ■ FES



Calcio e fosforo, HI e MD (larve e pupe)



termine	stima	se	zval	pval	ci.lb	ci.ub	Nutriente
intercetta	1,51	1,26	1,20	0,23	-0,95	3,98	C16:1
HI	1,48 (11)	1,59	0,93	0,35	-1,63	4,59	R² = 0,89
MD	24,35 (7)	1,72	14,13	0,00	20,97	27,73	I² = 100,00
intercetta	62,82	2,31	27,15	0,00	58,29	67,36	PG
HI	-20,77 (33)	2,57	-8,09	0,00	-25,80	-15,74	R² = 0,5
MD	-11,07(11)	3,01	-3,68	0,00	-16,98	-5,17	I² = 99,95
intercetta	5,89	2,28	2,58	0,01	1,41	10,36	Ceneri
HI	6,52 (24)	2,41	2,71	0,01	1,80	11,25	R² = 0,46
MD	3,44 (10)	2,58	1,33	0,18	-1,62	8,50	I² = 99,98
intercetta	0,57	7,48	0,08	0,94	-14,09	15,23	Ca
HI	36,25 (6)	10,59	3,42	0,00	15,50	57,01	R² = 0,44
MD	4,17 (3)	12,96	0,32	0,75	-21,23	29,56	I² = 100,00
intercetta	11,95	1,67	7,16	0,00	8,68	15,22	FG
HI	-3,50 (5)	2,55	-1,37	0,17	-8,49	1,50	R² = 0,26
MD	-6,75 (6)	2,41	-2,80	0,01	-11,47	-2,03	I² = 100,00
intercetta	8,28	1,06	7,85	0,00	6,21	10,35	P
HI	0,38 (11)	1,23	0,31	0,76	-2,03	2,79	R² = 0,23
MD	7,09 (3)	1,81	3,93	0,00	3,56	10,63	I² = 99,73

✓ Stima composizione e simulazione razioni

Nutriente	U.M.	TQ
SS		
Proteina grezza%	40,06	42,97
Grassi %	22,86	24,52
Fibra %	9,95	10,67
Ceneri grezze%	10,93	11,72
Ca g	33,75	
Chitina %	5,97	6,40
Calcio %	3,14	3,37
Fosforo %	0,76	0,82
Metionina%	0,70	0,75
Lisina %	2,37	2,54
NDF %	17,86	19,16
Cisteina %	0,25	0,27
Triptofano%	0,21	0,23
Vit. E mg	151,90	

**Hermetia i. L+P, farina
60/40**

Nutriente	U.M.	TQ
SS		
Proteina grezza%	39,79	43,16
Grassi %	21,69	23,52
Fibra %	10,33	11,20
Ceneri grezze%	10,71	11,62
Ca g	30,38	
Chitina %	4,79	5,19
Calcio %	3,0	3,3
Fosforo %	0,77	0,84
Metionina%	0,70	0,76
Lisina %	2,58	2,80
NDF %	15,63	16,95
Cisteina %	0,35	0,38
Triptofano%	0,35	0,38
Vit, E mg	177,60	

Hermetia i. larve, farina

Nutriente	U.M.	TQ	SS
Proteina grezza%	46,98	52,46	
Grassi %	15,71	17,54	
Ceneri grezze%	5,24	5,85	
Ca g	9,21		
Calcio %	0,92	1,03	
Fosforo %	1,64	1,83	
Metionina%	1,10	1,21	
Lisina %	3,13	3,50	
ADF %	13,60	15,19	
Cisteina %	0,45	0,50	
Triptofano%	1,04	1,16	

Musca d. larve, farina

Nutriente	U.M.	TQ
SS		
Proteina grezza%	40,43	42,59
Grassi %	24,75	26,07
Fibra %	8,61	9,07
Ceneri grezze%	11,32	11,92
Chitina %	6,30	6,64
Ca g	49,82	
Calcio %	4,9	5,2
Fosforo %	0,06	0,06
Metionina%	0,74	0,78
Lisina %	21,60	22,70
NDF %	19,28	20,31
Cisteina %	0,11	0,12
Triptofano%	0,07	0,08

Hermetia i. pupe, farina

Nutriente	U.M.	TQ	SS
Proteina grezza%	57,31	60,81	
Grassi %	18,33	19,45	
Fibra %	12,10	12,84	
Ceneri grezze%	6,60	7,00	
Ca g	4,59		
Calcio %	0,05	0,05	
Fosforo %	0,14	0,15	
Metionina%	1,90	2,01	
Lisina %	3,63	3,85	
ADF %	18,76	19,90	
Cisteina %	0,40	0,42	
Triptofano%	0,63	0,67	

Musca d. pupe, farina

Nutriente		U.M.	TQ
	SS		
Grassi	%	7,16	7,54
Proteina grezza	%	74,26	76,00
Ceneri grezze	%	6,41	6,75
Ca	g	2,89	3,04
Chitina	%	4,48	4,72
Calcio	%	0,29	0,30
Fosforo	%	1,41	1,48
Metionina	%	2,40	2,53
Lisina	%	5,22	5,49
NDF	%	13,58	14,29
ADF	%	10,93	11,50
Triptofano	%	0,96	0,96
Cistina	%	0,57	0,60
Vit. E	mg	111,97	117,86

Musca d. adulti, farina

• Applicazioni pratiche

Data: 20 maggio 2019 Codice: ctripolli Nome Formula: razione polli homemade			
Versione: 1		Nota:	
Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	25,0000	0,3050
0	FMedica 4818	2,0000	0,2500
0	Pesce far. 65	3,0000	1,5000
0	Lievito birra	1,5000	1,5000
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	15,0000	0,3350
Totale:		100,0000	€ 35,1000

Data: 21 maggio 2019 Codice: P3 Nome Formula: Razione FHI1			
Versione: 6		Nota:	
Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	21,5000	0,3050
0	FMedica 4818	5,0000	0,2500
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
HI1	FarinaHI	2,7500	2,5000
0	Sola fe 45	13,7500	0,3380
0	Giras.fe 3832	3,5000	0,2300
Totale:		100,0000	€ 35,3350

CONTROLLO

U.M. Grammi/Unità

Nutriente	% SS	U.M.	Grammi/Unità
Proteina	%	15.670,02	17,66
Grassi	%	3.159,66	3,56
Fibra	%	3.436,77	3,87
Ceneri	%	6.152,73	6,93
Calcio	g	1.406,90	
Fosforo	g	431,50	
TDN		71.554,41	80,64
Metionina	%	2.995,48	0,34
Lisina	%	7.968,975	0,90
NPN	%	1.864,36	2,10
NDF	%	11.183,46	12,60
ADF	%	4.554,47	5,13
ADL	%	1.161,94	1,31
Amido	%	48.997,50	55,22
Zuccheri	%	2.454,35	2,77
NSC	%	54.534,52	61,46
Cisteina	%	2.834,52	0,32
Triptofano	%	1.697,70	0,19

HERMETIA I. L,P + girasole fe

Nutriente U.M. Grammi/Unità

Nutriente	%SS	U.M.	Grammi/Unità
Proteina	%	15.494,04	17,47
Grassi	%	3.356,61	3,79
Fibra	%	5.040,98	5,69
Chitina	%	164,08	0,19
Ceneri	%	6.239,03	7,04
Calcio	g	1.529,95	
Fosforo	g	431,99	
Metionina	%	2.749,99	0,31
Lisina	%	7.005,59	0,79
NDF	%	12.884,63	14,53
ADF	%	5.930,95	6,69
ADL	%	1.516,08	1,71
NSC	%	52610.269	59,33
Cisteina	%	1.440,22	0,16
Triptofano	%	909,298	0,10

TDN=total digestible nutrient; NDF=fibra neutro detersa; ADF=fibra acido detersa; ADL=lignina acido detersa; NSC=carboidrati non strutturali; TQ=tal quale; SS=sostanza secca

Data: 20 maggio 2019 Codice: **ctrlpolli** Nome Formula: **razione polli homemade**

Versione: 1 Nota:

Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	25,0000	0,3050
0	FMedica 4818	2,0000	0,2500
0	Pesce far. 65	3,0000	1,5000
0	Lievito birra	1,5000	1,5000
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	15,0000	0,3350
Totale:		100,0000	€ 35,1000

Data: 21 maggio 2019 Codice: **4** Nome Formula: **Razione FMDL**

Versione: 5 Nota:

Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	20,0000	0,3050
0	FMedica 4818	3,0000	0,2500
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	14,0000	0,3350
MD2	FarinaMDL	5,0000	1,5000
0	Favino	4,5000	0,2250
Totale:		100,0000	€ 35,2525

CONTROLLO

Nutriente	U.M.	Grammi/Unità
		% SS
Proteina	%	15.670,02
Grassi	%	3.159,66
Fibra	%	3.436,77
Ceneri	%	6.152,73
Calcio	g	1.406,90
Fosforo	g	431,50
TDN		71.554,41
Metionina	%	80,64
Lisina	%	2.995,48
NPN	%	0,34
NDF	%	7.968,975
ADF	%	2,10
ADL	%	11.183,46
Amido	%	12,60
Zuccheri	%	4.554,47
NSC	%	5,13
Cisteina	%	1.161,94
Triptofano	%	1,31
		48.997,50
		55,22
		2.454,35
		2,77
		54.534,52
		61,46
		2.834,52
		0,32
		1.697,70
		0,19

MUSCA D. L + FAVINO

Nutriente	U.M.	Grammi/Unità
		%SS
Proteina	%	15.617,87
Grassi	%	17,59
Fibra	%	3.508,75
Ceneri	%	3,95
Calcio	g	3.915,45
Fosforo	g	4,41
Metionina	%	5.947,08
Lisina	%	6,70
NDF	%	1.454,64
ADF	%	478,77
ADL	%	2.810,890
Amido	%	0,32
Zuccheri	%	7.987,1
NSC	%	0,90
Cisteina	%	11.280,69
Triptofano	%	12,71
		5.604,31
		6,31
		1.168,86
		1,32
		53.197,9
		59,92
		1471,780
		0,17
		1943,96
		0,22

TDN=total digestible nutrient; NDF=fibra neutro detersa; ADF=fibra acido detersa; ADL=lignina acido detersa; NSC=carboidrati non strutturali; TQ=tal quale; SS=sostanza secca

Data: 20 maggio 2019 Codice: **ctripolli** Nome Formula: **razione polli homemade**

Versione: 1 Nota:

Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	25,0000	0,3050
0	FMedica 4818	2,0000	0,2500
0	Pesce far. 65	3,0000	1,5000
0	Lievito birra	1,5000	1,5000
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	15,0000	0,3350
Totale:		100,0000	€ 35,1000

Data: 10 maggio 2019 Codice: **P5** Nome Formula: **Razione FMDL + girasole**

Versione: 3 Nota:

Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	20,0000	0,3050
0	FMedica 4818	3,0000	0,2500
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	13,0000	0,3350
MD2	FarinaMDL	4,5000	1,5000
0	Giras.fe 3832	3,0000	0,2300
0	Pisello prot	3,0000	0,2450
Totale:		100,0000	€ 34,5800

CONTROLLO

Nutriente	U.M.	Grammi/Unità
		% SS
Proteina	%	15.670,02
Grassi	%	3.159,66
Fibra	%	3.436,77
Ceneri	%	6.152,73
Calcio	g	1.406,90
Fosforo	g	431,50
TDN		71.554,41
Metionina	%	80,64
Lisina	%	0,34
NPN	%	7.968,975
NDF	%	0,90
ADF	%	2,10
ADL	%	11.183,46
Amido	%	12,60
Zuccheri	%	4.554,47
NSC	%	5,13
Cisteina	%	1.161,94
Triptofano	%	1,31
		48.997,50
		55,22
		2.454,35
		2,77
		54.534,52
		61,46
		2.834,52
		0,32
		1.697,70
		0,19

MUSCA D. L + FE GIRASOLE + PISELLO

Nutriente	U.M.	Grammi/Unità
		%SS
Proteina	%	15.607,18
Grassi	%	17,59
Fibra	%	3.440,71
Ceneri	%	3,88
Calcio	g	4.143,80
Fosforo	g	4,67
Metionina	%	5.983,34
Lisina	%	6,74
NDF	%	1.454,26
ADF	%	479,40
ADL	%	2929,49
Amido	%	0,33
Zuccheri	%	7687,16
NSC	%	0,87
Cisteina	%	11.719,74
Triptofano	%	13,21
		5.873,05
		6,62
		1.336,91
		1,51
		52.821,26
		59,52
		2778,76
		0,31
		1935,81
		0,22

TDN=total digestible nutrient; NDF=fibra neutro detersa; ADF=fibra acido detersa; ADL=lignina acido detersa; NSC=carboidrati non strutturali; TQ=tal quale; SS=sostanza secca

Data: 20 maggio 2019 Codice: **ctripolli** Nome Formula: **razione polli homemade**

Versione: 1 Nota:

Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	25,0000	0,3050
0	FMedica 4818	2,0000	0,2500
0	Pesce far. 65	3,0000	1,5000
0	Lievito birra	1,5000	1,5000
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	15,0000	0,3350
Totale:		100,0000	€ 35,1000

Data: 24 maggio 2019 Codice: **P1** Nome Formula: **Razione FMDA**

Versione: 5 Nota:

Cod.	Descrizione	Q.tà Tq	Prezzo
0	Mais far.gros	40,0000	0,3050
0	Frumento ten.	10,0000	0,2200
10	mais farina	25,0000	0,3050
0	FMedica 4818	4,5000	0,2500
10	Ca carbonato	3,0000	0,2000
10	Fosf bical	0,5000	0,4000
10	soia fe 42	12,5000	0,3300
MD4	FarinaMDA	4,5000	1,5000
Totale:		100,0000	€ 34,8250

CONTROLLO

Nutriente	U.M.	Grammi/Unità
% SS		
Proteina %	15.670,02	17,66
Grassi %	3.159,66	3,56
Fibra %	3.436,77	3,87
Ceneri %	6.152,73	6,93
Calcio g	1.406,90	
Fosforo g	431,50	
TDN	71.554,41	80,64
Metionina%	2.995,48	0,34
Lisina %	7.968,975	0,90
NPN %	1.864,36	2,10
NDF %	11.183,46	12,60
ADF %	4.554,47	5,13
ADL %	1.161,94	1,31
Amido %	48.997,50	55,22
Zuccheri %	2.454,35	2,77
NSC %	54.534,52	61,46
Cisteina %	2.834,52	0,32
Triptofano%	1.697,70	0,19

MUSCA D. A

Nutriente	U.M.	Grammi/Unità
% SS		
Proteina %	15.594,84	17,56
Grassi %	3.189,23	3,59
Fibra %	3.944,60	4,44
Ceneri %	5.905,55	6,65
Chitina %	201,78	0,23
Calcio g	1.429,30	
Fosforo g	448,95	
Metionina%	3.293,72	0,37
Lisina %	7.887,48	0,89
NDF %	11.737,16	13,22
ADF %	5.436,12	6,12
ADL %	1.284,67	1,45
NSC %	53.980,92	60,79
Cisteina %	2.455,94	0,28
Triptofano%	1.738,54	0,2
Vitamina E mg	5,04	

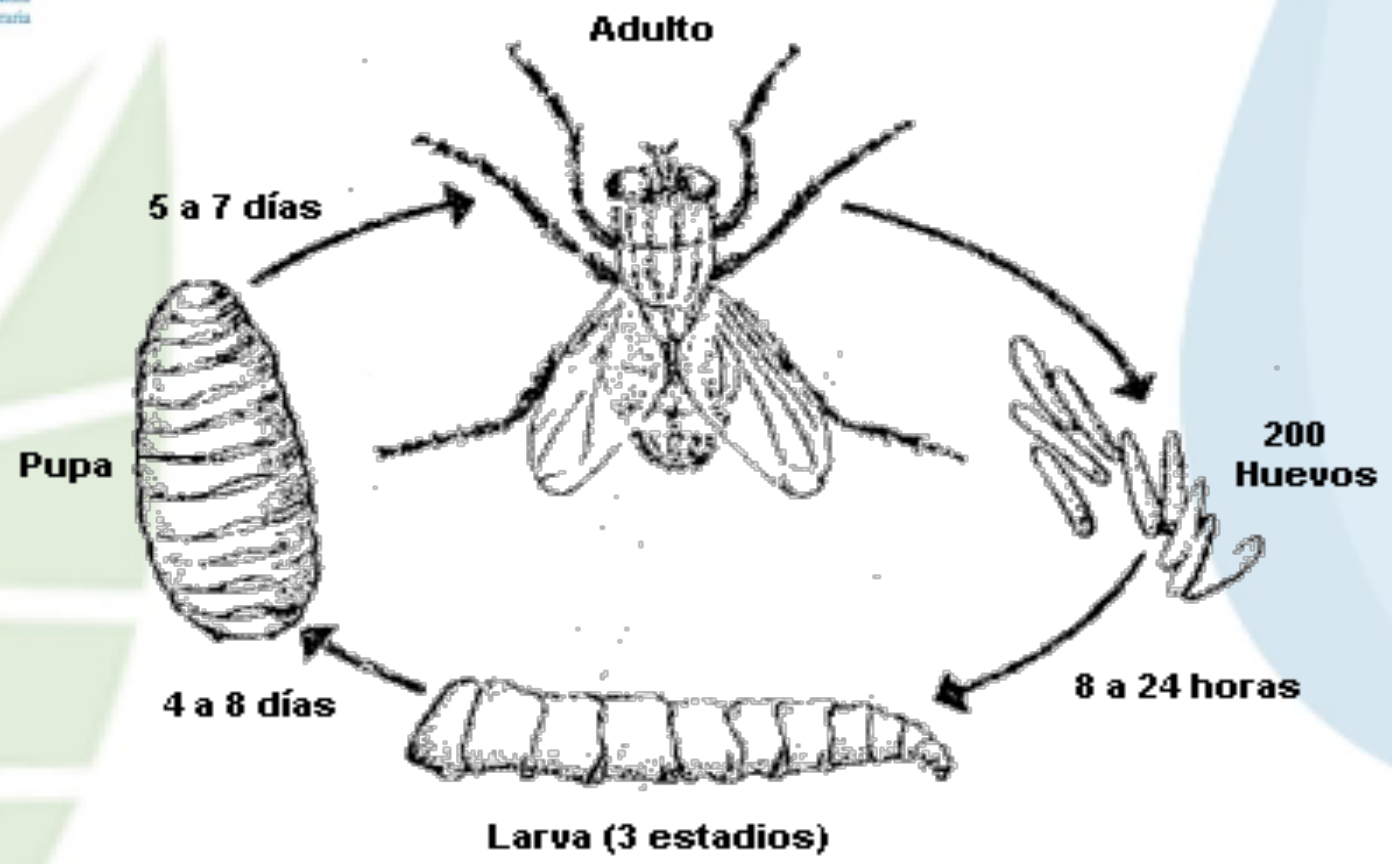
TDN=total digestibile nutrient; NDF=fibra neutro detersa; ADF=fibra acido detersa; ADL=lignina acido detersa; NSC=carboidrati non strutturali; TQ=tal quale; SS=sostanza secca

Conclusioni meta-analisi

- Per alcuni nutrienti il livello medio del predittore è influenzato dalla modalità della singola variabile.
- Per la netta maggioranza dei nutrienti, gli indici di eterogeneità (statistiche Q e I²) assumono valori molto alti. Da ciò emerge la difficoltà di sintetizzare gli studi in semplici gruppi omogenei.
- **Quanto sopra conferma che gli insetti sono un materiale molto disomogeneo e che una grande fonte di variazione può essere rappresentata da fattori esterni.**
- **Un valore nutrizionale migliorato, costante e specifico (x specie, razze e categorie produttive) potrebbe essere ottenuto agendo su questi fattori durante la fase di crescita / allevamento degli insetti stessi e/o ricorrendo a miscele di insetti.**

Conclusioni generali

- L'uso di farine di insetto è possibile da un punto di vista nutrizionale e forse anche economicamente accessibile
- Negli avicoli la farina di pesce potrebbe essere del tutto sostituita da farine di insetto (da sole o in associazione ad altre fonti proteiche)
- Secondo la nostra analisi inoltre anche la quota di proteina grezza apportata dalla soia potrebbe essere significativamente ridotta
- Necessità di approfondire gli studi sulla digeribilità e sull'effetto ipotizzato e ipotizzabile delle diete a base di insetti sulla microflora intestinale delle specie bersaglio (in particolare del pollo)
- Necessità di approfondire gli studi relativamente alle vie metaboliche proprie degli insetti che portano alla sintesi e alla deposizione di metaboliti specifici (e.g. acidi grassi) al fine di incrementare quelli d'interesse per uomo e animali
- Necessità di chiarire il ruolo e le funzioni della chitina ai fini nutrizionali (antimicrobico, potenziatore del SI, allergene, digeribilità?)



Grazie!

Ringraziamenti

MiPAAFT per il supporto finanziario ai progetti INSECTA e TIPIBIO

