

**52° Convegno Associazione Scientifica di Avicoltura
Basti Umbra (PG)
1 aprile 2016**

Utilizzo delle farine di insetto in avicoltura: stato dell'arte e
potenzialità

prof. Achille Schiavone

Dipartimento di Scienze Veterinarie

achille.schiavone@unito.it



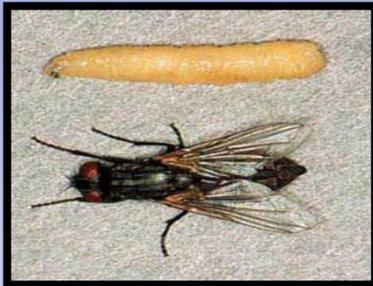
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO



Bombyx morii



Hermetia illucens



Musca domestica

Insetti



Tenebrio molitor

Nuova fonte proteica per l'alimentazione

Proteine in
elevata quantità
e di elevata
qualità

avicola

Riduzione della
contaminazione
ambientale

Bassa competitività con
l'alimentazione umana

UTILIZZO INSETTI in AVICOLTURA



DIRETTO (larve e adulti) COME
ALIMENTO COMPLEMENTARE



PVS: pratica diffusa, promossa da FAO
EU: allevamenti rurali/biologici?
Ottimo per l'avifauna!!!!



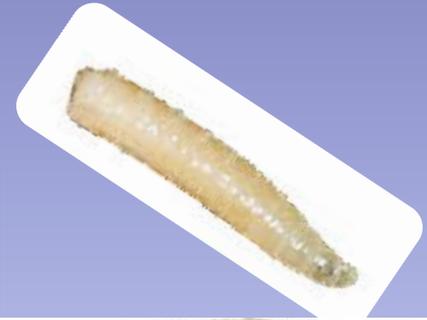
INCLUSI IN MANGIMI COMPLETI
(farine proteiche di larve,
integrali/degrassate/dechitinizzate;
olio di insetti)



Canada, USA, Sudafrica, Cina
EU: legislazione in arrivo?

In alimentazione avicola:

- scarafaggio (*Blatta orientalis*)
- termiti (*Kaloterme flavicollis*)
- larve di mosca (*Musca domestica*)
- larve baco da seta (*Bombix mori*)
- mosca soldato (*Hermetia illucens*)
- tarme della farina (*Tenebrio molitor*)
- grilli (*Acheta spp*)
- etc....



Review:

- Edible insects: future prospects for food and feed security (FAO, 2013)
- Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review (Sanchez-Muros et al. 2014)



CHITINA

- Polisaccaride che compone l'esoscheletro degli invertebrati (crostacei, insetti)
 - Effetti sul sistema immunitario dipendenti da dimensioni molecola (Lee et al., 2008):
 - “medium-sized” → Allergia
 - “small-sized” → < infiammazione
- (Brinchmann et al., 2011)
- Stimolazione risposta immunitaria ?
- (Wichers, 2012)

PVS

- Pollo e faraona: termiti (Togo e Burkina Faso; Iroko, 1982; Farina et al., 1991)
- Struzzo: termiti (Pearce, 1997)
- Pollo: scarafaggio e termiti (Congo, Mushambanyi e Balezi, 2002)
- Pollo: residui sericoltura (India, Krishnan et al., 2001)

Tenebrio molitor nell' alimentazione del pollo da carne

30 % (Bovera et al., 2015)

AME; AMEn (De Marco et al., 2015)
7,5% (Biasato et al., 2016)



19-38% (Ballitoc & Sun., 2013)

10% (Ramos-Elorduy et al., 2002)

Tenebrio molitor nell'alimentazione di alcune specie ittiche

Pesce gatto



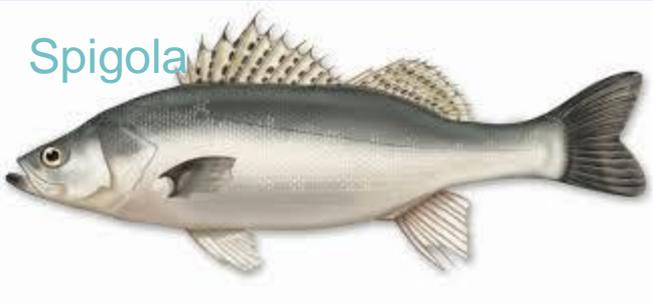
17-26% (Ng et al., 2001)
(Roncarati et al., 2014;2015)

Trota iridea



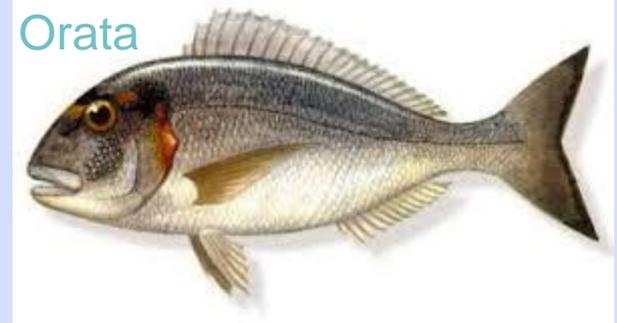
19-38% (Gasco et al., 2014)

Spigola



17,5% (Gasco et al., 2014)

Orata



12,5% (Piccolo et al., 2014)

Hermetia illucens nell'alimentazione di alcune specie avicole

25% (De Marco et al., 2014)
(Schiavone et al., 2014)
5-10-15% (Schiavone et al., in corso)



< crescita (Hale et al., 1973)

Hermetia illucens nell'alimentazione di alcune specie ittiche

Pesce gatto



6% (Newton et al., 2005)

Trota iridea



18-36% (Sealey et al., 2011)
15% (St-Hilaire et al., 2007)
20-40% (Gasco et al., in press)

Salmone



< crescita 5-25% (Lock et al., 2014)

Rombo

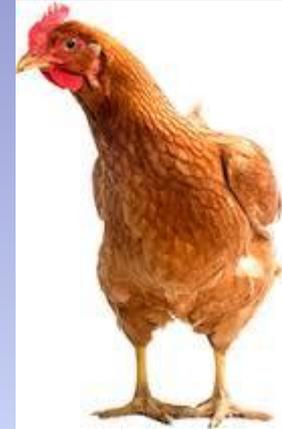


< crescita 17-76% (Kroeckel et al., 2012)

Musca domestica nell' alimentazione delle specie avicole



5-20% % (Hwangbo et al., 2009)



> n. uova e schiusa (Ernst et al., 1984)



Molto digeribile (Zuidhof et al., 2003)



30-50 g/pollo (Ramos-Elorduy et al., 2002)

Musca domestica nell'alimentazione di alcune specie ittiche

Pesce gatto



27% (Fasakin et al., 2003)
12,5-25% (Nsofor et al., 2008)
12,5-25% (Aniebo et al., 2009;2011)

Trota iridea



< crescita 19-38% (St-Hilare et al., 2007)

Tilapia



56% (Omoyinmi & Olaoye , 2012)
25-100% (Ajani et al., 2004)

1. Formulazione di diete sperimentali utilizzando farina di *Tenebrio molitor* e *Hermetia Illucens* a diversa % di inclusione nella dieta - digeribilità

2. Esecuzione di prove *in vivo* (studio di digeribilità in gabbia metabolica e delle performances zootecniche in parchetti a terra)

8. Valutazione qualità della carne

3. Indagini emato-chimiche

STUDI in CORSO Presso UniTO

7. Valutazione parametri di macellazione

4. Valutazione del benessere animale

6. Analisi del microbioma intestinale

5. Indagini anatomopatologiche:

- Esame macroscopico e istologico organi
- Morfometria intestinale
- Istochimica intestinale



Qualità della carne



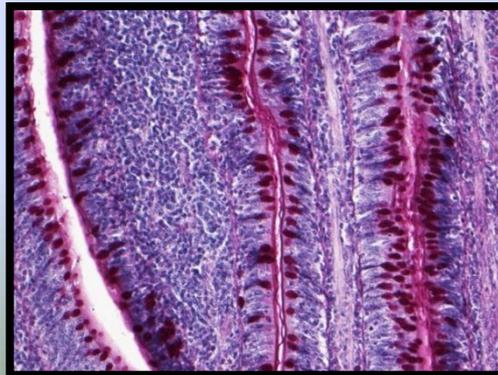
DIETA NEL BROILER



Microbioma
intestinale



Mucine intestinali



Morfologia
intestinale

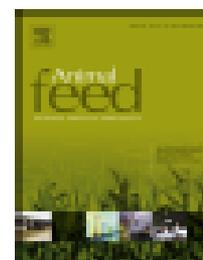




Contents lists available at ScienceDirect

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/anifeedsci



Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy



M. De Marco^{a,1}, S. Martínez^{b,1}, F. Hernandez^b, J. Madrid^b, F. Gai^c, L. Rotolo^d,
M. Belforti^d, D. Bergero^a, H. Katz^e, S. Dabbou^d, A. Kovitvadhi^d, I. Zoccarato^d,
L. Gasco^{c,d,1}, A. Schiavone^{a,*,1}

^a Department of Veterinary Sciences, University of Turin, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy

^b Department of Animal Production, University of Murcia, Campus de Espinardo, 30071 Murcia, Spain

^c Institute of Science of Food Production, National Research Council, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy

^d Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), University of Turin, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy

^e Hermetia Baruth GmbH, An der Birkenpfahlheide 10, 15837 Baruth/Mark, Germany

DISEGNO SPERIMENTALE

1. Dieta basale
2. 25% farina Tenebrio
3. 25% farina Hermetia

DIETA COMMERCIALE		DIETE SPERIMENTALI: 3 GRUPPI		
a terra	In gabbia (3 animali/gabbia)	PERIODO ADATTAMENTO	RACCOLTA TOTALE DIEZIONI	
d 1	d 19	d 25	d 31	d 34



Ross 708 maschi



30 animali/trattamento



Raccolta tot. diezioni



20% pool

Table 1

Composition (g/kg as fed) of the basal diet.

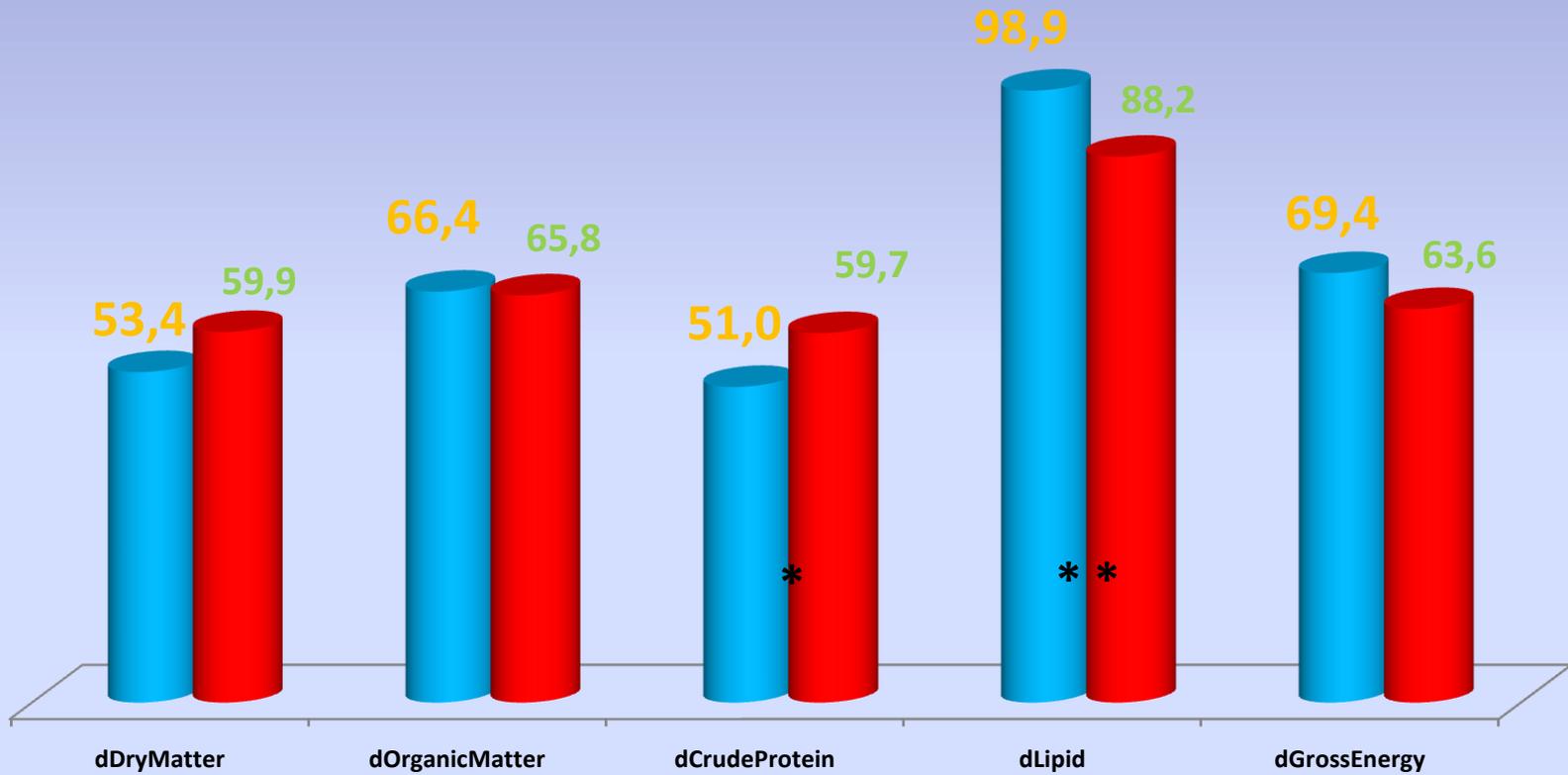
Ingredients

Maize meal	580.0
Soybean meal	343.7
Soybean oil	45.0
Dicalcium phosphate	12.4
Calcium carbonate	11.2
Sodium chloride	2.2
Sodium bicarbonate	1.5
Trace mineral–vitamin premix ^a	4.0

De Marco et al., 2015

Digeribilità farine tal quale non degrassate

■ Hermetia Illucens ■ Tenebrio Molitor



** : $p < 0.001$; * : $p < 0.05$

Valore energetico(MJ/kg): AME e AMEn delle due farine di insetto

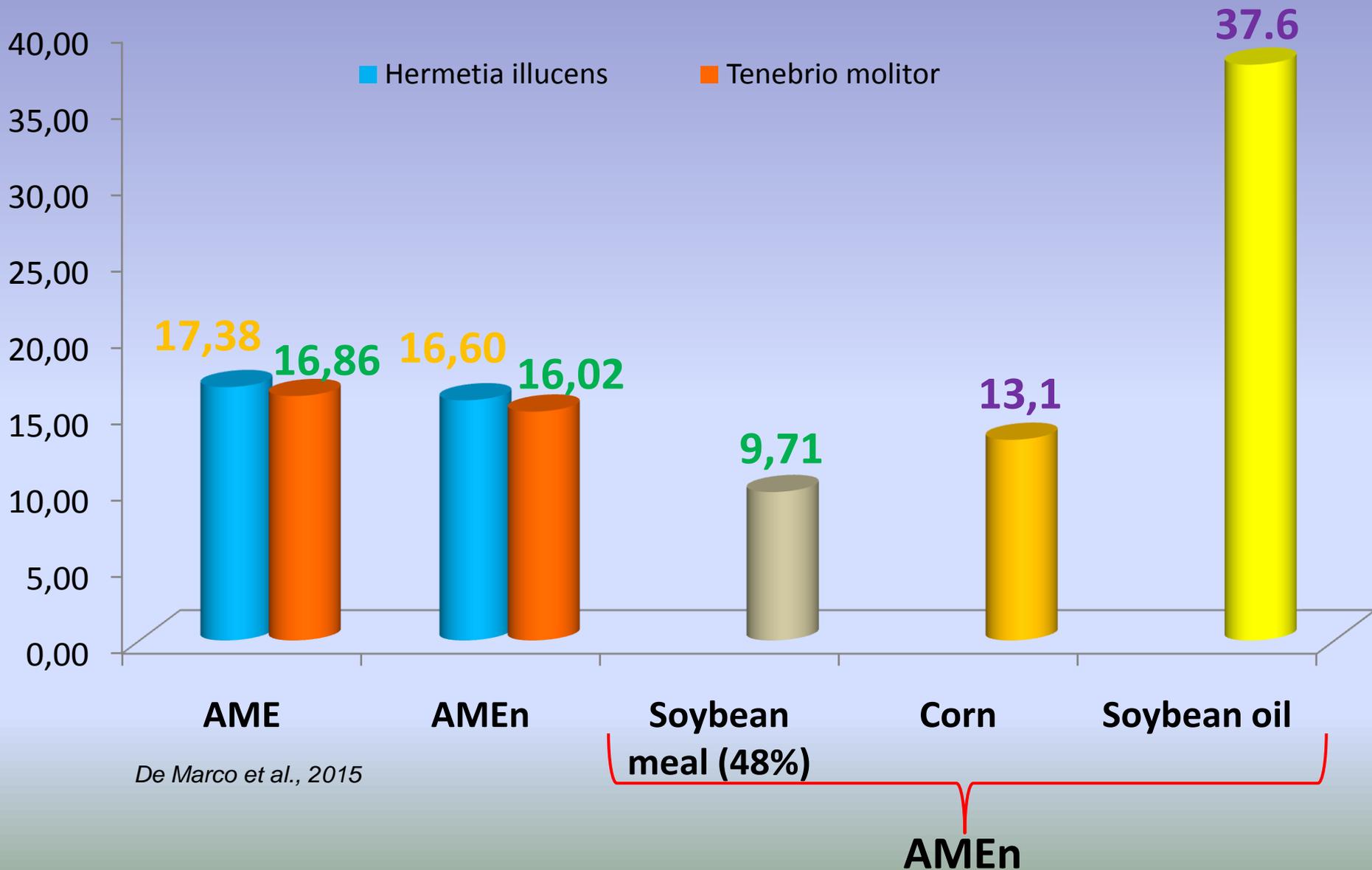
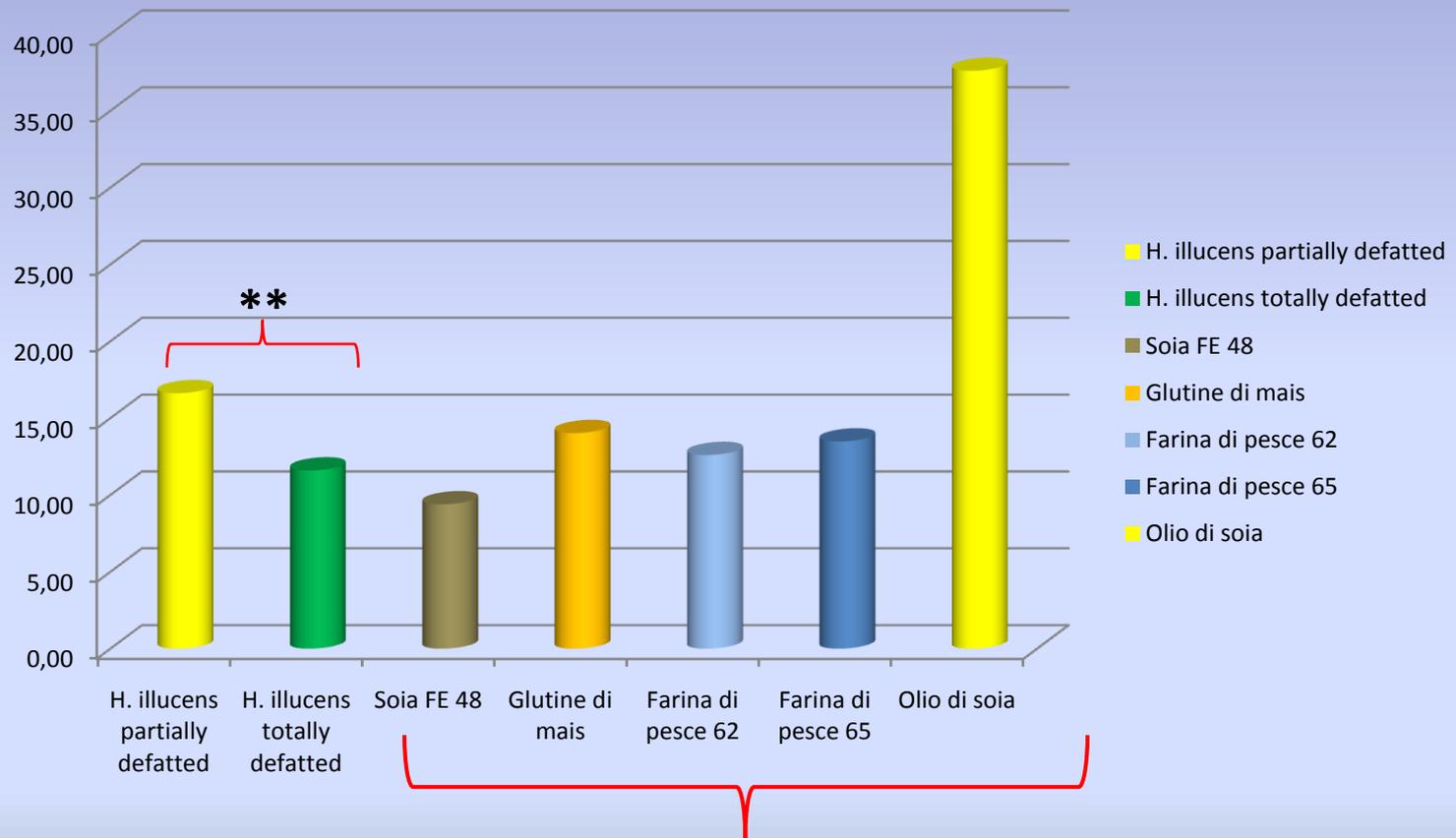


Table 5Apparent ileal digestibility coefficients (AIDC) of amino acid of the two insect larval meals for broilers.^a

	<i>Tenebrio molitor</i> (TM)	<i>Hermetia illucens</i> (HI)	SEM	<i>P</i>
<i>Indispensable amino acids</i>				
Arginine	0.90	0.83	0.03	0.23
Histidine	0.85	0.81	0.02	0.44
Isoleucine	0.82	0.45	0.05	0.00
Leucine	0.82	0.76	0.03	0.24
Lysine	0.85	0.46	0.05	0.00
Methionine	0.80	0.42	0.05	0.00
Phenylalanine	0.91	0.63	0.04	0.00
Threonine	0.80	0.75	0.03	0.46
Valine	0.82	0.62	0.03	0.00
Mean	0.84	0.64	0.03	0.00
<i>Dispensable amino acids</i>				
Alanine	0.93	0.86	0.02	0.04
Aspartic acid	0.89	0.61	0.04	0.00
Cysteine	0.84	0.82	0.02	0.52
Glycine	0.89	0.67	0.04	0.00
Glutamic acid	0.88	0.74	0.03	0.00
Proline	0.84	0.89	0.01	0.06
Serine	0.89	0.82	0.03	0.21
Tyrosine	0.83	0.43	0.05	0.00
Mean	0.87	0.73	0.02	0.00
Overall mean ^b	0.86	0.68	0.03	0.00

^a Each value represents the mean of ten replicates (three birds *per* replicate).^b Average digestibility of 17 amino acids.

Energy values (MJ/kg): AMEn of the two insect meals



AMEn

** : $p < 0.001$; * : $p < 0.05$

ORIGINAL ARTICLE

Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal inclusion in free-range chickens

I. Biasato¹, M. De Marco¹, L. Rotolo², M. Renna², C. Lussiana², S. Dabbou², M. T. Capucchio¹, E. Biasibetti¹, P. Costa¹, F. Gai³, L. Pozzo³, D. Dezzutto⁴, S. Bergagna⁴, S. Martínez⁵, M. Tarantola^{1,6}, L. Gasco^{2,3} and A. Schiavone^{1,6}

1 Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Torino Grugliasco, Torino, Italy

2 Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino Grugliasco, Torino, Italy

3 Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), CNR Grugliasco, Torino, Italy

4 Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta Grugliasco, Torino, Italy

5 Departamento de Producción Animal, Universidad de Murcia Murcia, Spain, and

6 Istituto di Ricerche Interdisciplinari sulla Sostenibilità, Università degli Studi di Torino Grugliasco, Torino, Italy

Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (2016)

Prove di accrescimento in allevamento semiestensivo: Tenebrio molitor

7.5 % di sostituzione di glutine di mais in mangime ultimo periodo (49-97 giorni)

140 polli Label Hubbard : femmine; 2 trattamenti; 5 repliche; 14 animali per replica

- Nessuna influenza negativa su performance zootecniche
- Nessuna influenza negativa su performance di macellazione
- Nessuna influenza negativa sul benessere



Table 1 Ingredients and chemical composition of the experimental diets

Ingredients (g/kg as fed)	Control diet	TM diet
Corn meal	720.0	720.0
Soya bean meal	170.0	170.0
<i>Tenebrio molitor</i> meal	–	75.0
Gluten meal	75.0	–
Vitamin-mineral premix	35.0	35.0
Metabolizable energy (MJ/kg)	12.18	12.22
<i>Analyzed composition</i>		
Chemical composition (g/kg DM)		
Dry matter	868	867
Crude protein	169	168
Crude fat	31	50
Crude fibre	23	22

Table 3 Growth and slaughtering performance of the free-range chickens (mean \pm SD)

	Control diet	TM diet	p
Initial body weight (d 43) (g)	720.2 \pm 26.81	712.3 \pm 19.62	0.612
Final body weight (d 97) (g)	2131.0 \pm 134.1	2162.5 \pm 306.8	0.845
Average daily intake (g)	112.75 \pm 9.9	111.6 \pm 11.6	0.873
Feed conversion ratio	4.4 \pm 0.7	4.4 \pm 0.6	0.982
Mortality rate (%)	0	0	–
Footpad dermatitis score	0	0	–
Chilled carcass (g)	1459.3 \pm 116.2	1544.8 \pm 106.5	0.104
Breasts (g)	347.1 \pm 41.6	370.8 \pm 51.3	0.275
Thighs (g)	479.2 \pm 45.3	502.9 \pm 45.2	0.273
Thigh muscle (g)	349.3 \pm 41.1	353.7 \pm 27.7	0.793
Thigh bone (g)	83.8 \pm 7.9	89.3 \pm 9.2	0.186
Spleen (g)	4.1 \pm 1.2	3.8 \pm 1.1	0.615
Bursa of Fabricius (g)	4.3 \pm 1.4	4.2 \pm 2.1	0.873
Liver (g)	36.7 \pm 4.0	39.4 \pm 6.5	0.278
Gizzard (g)	66.7 \pm 13.7	69.5 \pm 9.8	0.603
Abdominal fat (g)	40.6 \pm 35.4	45.1 \pm 23.7	0.752

Table 4 Haematological and serum biochemical traits of the free-range chickens (mean \pm SD)

	Control diet	TM diet	p
Erythrocytes (10^6 cell/ μ l)	2.40 \pm 0.34	2.63 \pm 0.38	0.641
Leucocytes (10^3 cell/ μ l)	9.42 \pm 1.90	9.94 \pm 1.74	0.659
H/L* ratio	0.55 \pm 0.21	0.51 \pm 0.22	0.798
Albumin (g/dl)	1.04 \pm 0.24	1.31 \pm 0.43	0.174
Total protein (g/dl)	3.98 \pm 0.58	4.05 \pm 0.79	0.293
AST† (U/l)	190.49 \pm 20.29	197.97 \pm 15.16	0.649
ALT‡ (U/l)	14.49 \pm 8.01	13.99 \pm 5.64	0.411
Uric Acid (mg/dl)	4.99 \pm 1.43	3.93 \pm 1.34	0.894
Creatinine (mg/dl)	0.44 \pm 0.05	0.46 \pm 0.02	0.384
Triglycerides (mg/dl)	43.45 \pm 17.98	47.81 \pm 33.82	0.296
Cholesterol (mg/dl)	78.61 \pm 17.09	78.90 \pm 20.37	0.664
Glucose (mg/dl)	262.30 \pm 39.45	243.60 \pm 19.40	0.085
Phosphorus (mg/dl)	7.31 \pm 4.99	6.45 \pm 1.16	0.148
Magnesium (mEq/l)	0.90 \pm 0.53	1.02 \pm 0.53	0.979
Iron (μ g/dl)	54.83 \pm 37.03	61.54 \pm 46.84	0.361

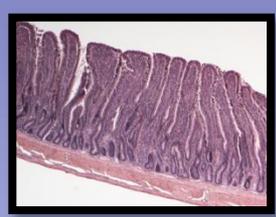
*H/L: heterophils/lymphocytes.

†AST: aspartate aminotransferase.

‡ALT: alanina-aminotransferase.

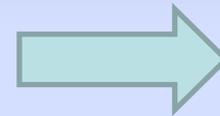
Foot pad dermatitis score	C-diet	TM-diet	<i>P</i>
Score			
0	100%	100%	n.s.
1	-	-	
2	-	-	
Final score	0	0	n.s.





MORFOLOGIA INTESTINALE

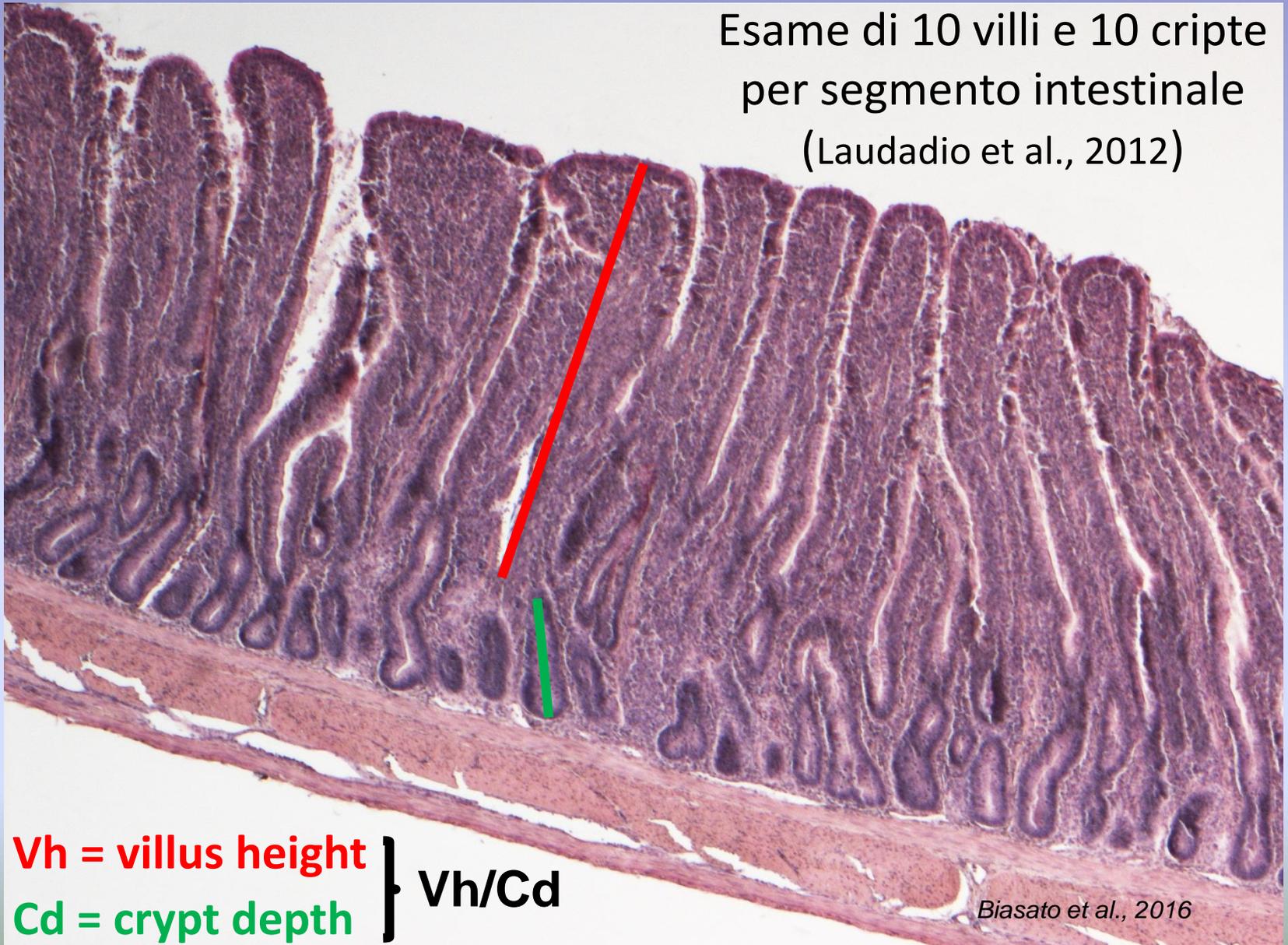
Indice di
salute e
funzionalità
intestinale



Esame
morfometrico

Influenza di
dieta e
microbioma
intestinale

Esame di 10 villi e 10 cripte
per segmento intestinale
(Laudadio et al., 2012)



Vh = villus height }
Cd = crypt depth } Vh/Cd

Biasato et al., 2016

Table 5 Intestinal morphometric measurements of the free-range chickens

	Control diet	TM diet	SEM	p
Duodenum				
1. Villus height (μm)	2.29 ^a	2.49 ^a	0.06	0.126
2. Crypt depth (μm)	0.18	0.21 ^d	0.01	0.119
3. Villus height/crypt depth ratio	13.09 ^f	12.17	0.64	0.491
Jejunum				
1. Villus height (μm)	1.94 ^b	1.93 ^b	0.08	0.945
2. Crypt depth (μm)	0.17	0.17 ^e	0.01	0.813
3. Villus height/crypt depth ratio	11.29 ^{fg}	11.14	0.44	0.875
Ileum				
1. Villus height (μm)	1.60 ^c	1.72 ^b	0.07	0.405
2. Crypt depth (μm)	0.17	0.17 ^e	0.01	0.848
3. Villus height/crypt depth ratio	9.44 ^g	10.27	0.31	0.180

Esame anatomopatologico:

- Fegato
- Milza
- Timo
- Borsa di Fabrizio
- Rene
- Stomaco ghiandolare
- Intestino

Fissazione in formalina
tamponata al 10%



Esame istopatologico



Ematossilina & Eosina
(sezioni di 5µm)

Lesione assente / minima	Lesione moderata	Lesione grave
Score = 0	Score = 1	Score = 2

Valutazione
semiquantitativa
alterazioni
istopatologiche

Prove di accrescimento in broiler: Tenebrio Molitor

5-10-15 % di sostituzione parziale di Soia FE e Olio di Soia

320 broiler Ross 708: 160 maschi e 160 femmine; 4 trattamenti; 5 repliche; 8 animali per replica



No effetti su:

- Valori emato-chimici
- Morfologia intestinale
 - Lesioni podaliche

Prove di accrescimento: OLIO HERMENTIA

50-100 % di sostituzione di Olio di Soia in mangime

- a. periodo intero (1-35 gg)
- b. ultimo periodo (21-48 giorni)

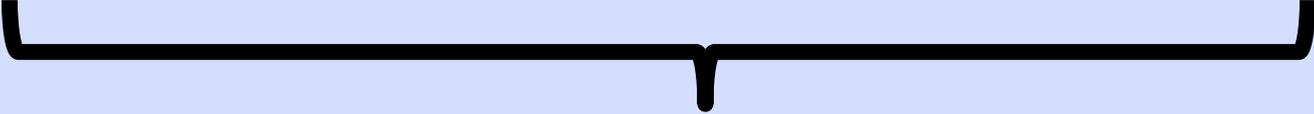
96 broiler Ross 308: maschi; 3 trattamenti; 5 repliche; 8 animali per replica



Performance in vivo (no differenze)
Rese di macellazione (no differenze)
Qualità carne (differenze acidi grassi)

FARINA e OLIO DI INSETTO

- Nessun effetto negativo sulla salute degli animali
- Nessun effetto negativo sulla funzionalità intestinale
- Nessun effetto sulla qualità della carne (tranne acidi grassi)



Nessun effetto sulle performances
produttive

Mangimi

Uso degli INSETTI nell'ALIMENTAZIONE di PESCI e POLLI - Parte I

Insects in fish and poultry feeding - Part I

Parole chiave: mangimi, farine di larve di insetto, monogastrici, acquacoltura, specie ittiche, avicoli, proteine animali trasformate (PAT).

Key words: feeds, insect larvae meals, monogastric livestock, aquaculture, poultry, transformed animal proteins (TAP).

Laura Gasco^{1*} - Achille Schiavone² - Giuliana Parisi³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) - Università degli Studi di Torino - Largo Paolo Braccini 2 - 10095 Grugliasco (TO) - Italia

²Dipartimento di Scienze Veterinarie (DSV) - Università degli Studi di Torino - Largo Paolo Braccini 2 - 10095 Grugliasco (TO) - Italia

³Dipartimento Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DISPAA) - Università degli Studi di Firenze - Piazzale delle Cascine 18 - 50144 Firenze - Italia

*laura.gasco@unito.it



Tecnica Molitoria

Mangimi

Uso degli INSETTI nell'ALIMENTAZIONE di PESCI e POLLI - Parte II

Insects in fish and poultry feeding - Part II

Parole chiave: mangimi, farine di larve di insetto, monogastrici, acquacoltura, specie ittiche, avicoli, proteine animali trasformate (PAT).

Key words: feeds, insect larvae meals, monogastric livestock, aquaculture, poultry, transformed animal proteins (TAP).

Laura Gasco^{1*} - Achille Schiavone² - Giuliana Parisi³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) - Università degli Studi di Torino - Largo Paolo Braccini 2 - 10095 Grugliasco (TO) - Italia

²Dipartimento di Scienze Veterinarie (DSV) - Università degli Studi di Torino - Largo Paolo Braccini 2 - 10095 Grugliasco (TO) - Italia

³Dipartimento Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DISPAA) - Università degli Studi di Firenze - Piazzale delle Cascine 18 - 50144 Firenze - Italia

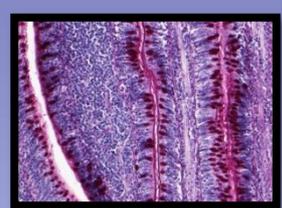
*laura.gasco@unito.it



Sviluppi futuri ...

IMMUNOISTOCHIMICA

- Leptina (Ob)
 - Recettore della leptina (ObR)
 - Cannabinoide 1 (CB1)
 - Cannabinoide 2 (CB2)
- } Intestino +
encefalo
(valutazione del
senso della fame
e dell' appetito)



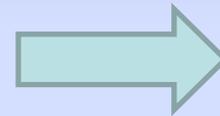
MUCINE INTESTINALI





MICROBIOMA INTESTINALE

NGS (Next-
Generation
Sequencing)



Influenza
della dieta

Influenza su
morfologia e
mucine
intestinali

Grazie per l'attenzione!

achille.schiavone@unito.it

