UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore

Piacenza, 29 Gennaio 2016

«Nuove» Micotossine nei Foraggi: problema emergente

Antonio Gallo, Francesco Masoero

Istituto di Scienze degli Alimenti e della Nutrizione
Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali
Università Cattolica del Sacro Cuore
- Piacenza -

Micotossine negli alimenti Nuovo Problema?

2003 → Aflatossine nel mais

2003 →MiPAAF finanzia un progetto di filiera (AFLARID)

2007 → Aflatossine nel mais

2010 → Zearalenone e T-2 / HT-2 nel Silomais

2012 → Aflatossine nel mais…e non solo

2014 → Zearalenone e DON in farine e insilati

2015 → Aflatossine nel mais…e non solo

Domanda: Cosa è cambiato in questi ultimi 15 anni?

Clima, tecniche colturali, organizzazione delle filiere, maggiore consapevolezza del problema, etc.?

«Vecchie» Micotossine

effetti sulla funzionalità dell'apparato digerente

Anni 60s-70s

Aflatossine (B1, B2, G1, G2)

Anni 80s-90s ad oggi

OTA, FB1&FB2, ZEA

NIV, DON, T-2&HT-2, DAS

Micotossine «Emergenti»

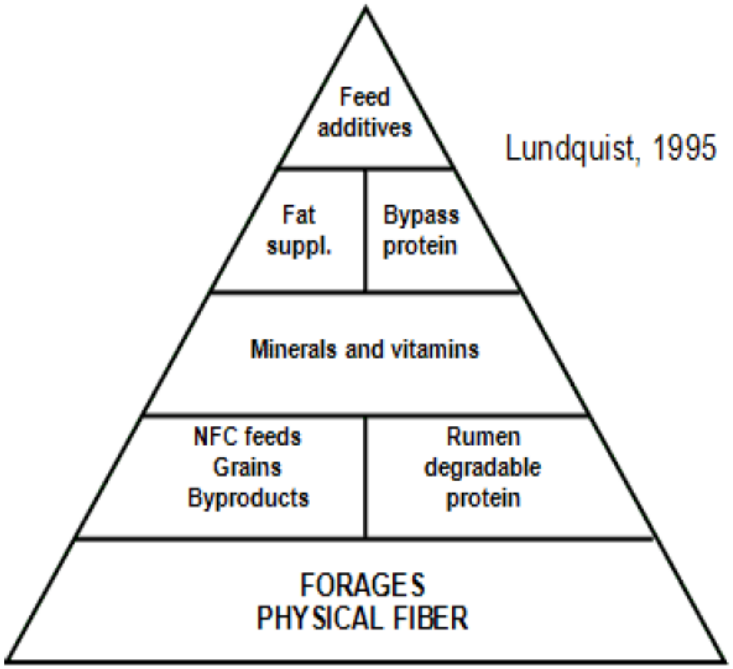
bikaverina (BIK), acido fusarico (FA), beauvericina (BEA)

moniliformina (MON) e fusaproliferina (FUS), sterigmatocistine (STE)

Cambiamenti nelle strategie nutrizionali dei ruminanti

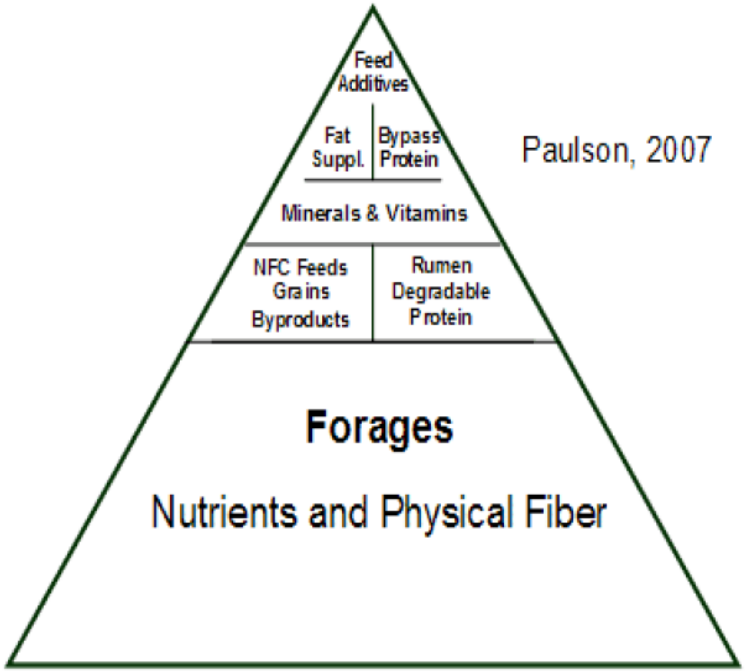
Piramide alimentare delle diete per bovine

Fig. 1



Lundquist, 1995

Fig. 2



Paulson, 2007

Controllo di filiera

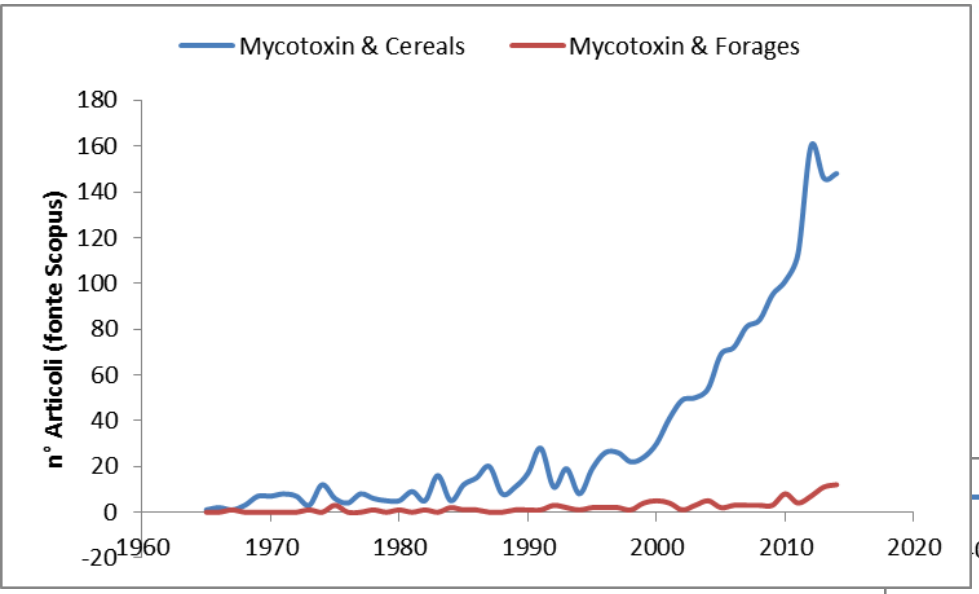
UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore

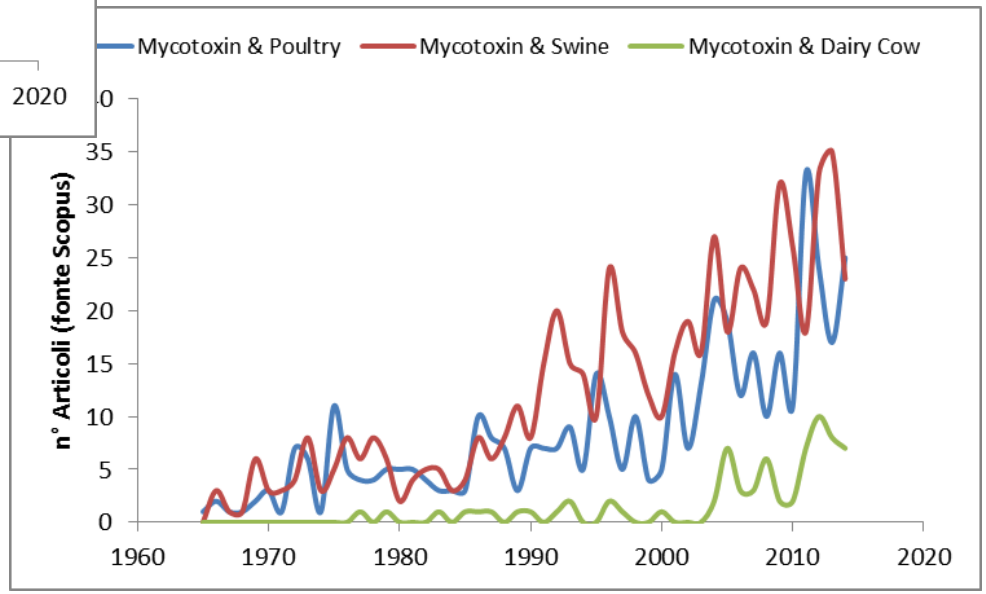
Interesse scientifico per Micotossine dei Foraggi

Contaminazione da Micotossine nei FORAGGI problema emergente degli ultimi 15-20 anni

1. **Cheeke, P.R**. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. *J. Anim. Sci.* **1995**, *73*, 909–918.
2. **Cheeke, P.R.** *Natural Toxicants in Feeds, Forages, and Poisonous Plants*, 2nd ed.; Interstate Publishers, Inc.: Danville, IL, USA, 1998.
3. **Scudamore, K.A.; Livesey, C.T.** Occurrence and Significance of Mycotoxins in Forage Crops and Silage: A Review. *J. Sci. Food Agric.* **1998**, *77*, 1–17.
4. **Fink-Gremmels, J.; Diaz, D.E**. Mycotoxins in forages. In *The Mycotoxin Blue Book*; Diaz, D.E., Ed.; Nottingham University Press: Thrumpton, Nottingham, UK, 2005; pp. 249–268.
5. **Storm, I.M.L.D.; Sørensen, J.L.; Rasmussen, R.R.; Nielsen, K.F.; Thrane, U**. Mycotoxins in silage. *Stewart Postharvest Rev.* **2008**, *4*, 1–12.
6. **Cheli, F.; Campagnoli, A.; Dell'Orto**, V. Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2013**, *183*, 1–16.
7. **Driehuis, F.** Silage and the safety and quality of dairy foods: A review. *Agric. Food Sci.* **2013**, *22*, 16–34.
8. **Alonso, V.A.; Pereyra, C.M.; Keller, L.A.M.; Dalcero, A.M.; Rosa, C.A.R.; Chiacchiera, S.M.; Cavaglieri, L.R**. Fungi and mycotoxins in silage: An overview. *J. Appl. Microbiol.* **2013**, *115*, 637–643.

Interesse scientifico per Micotossine





Micotossine e Ruminanti

RUMINANTI meno suscettibili dei MONOGASTRICI

Rumine rappresenta una difesa attiva

- Attivo nel sequestro (fibre, pareti di lievito, pareti batteriche)
- Attivo nella deattivazione/degradazione (Protozoi e Batteri)

Mycotoxin	Main product of rumen metabolism	Reduction of biological potency	Estimated carry-over rates
Aflatoxin B1	aflatoxicol	minor	n.d.[b] 0–12.4 $\mu g l^{-1}$[c]
	aflatoxin M_1[d]	minor	2.0–6.2%
Cyclopiazonic acid	unchanged	unchanged	n.d. 6.4–0.7 $\mu g l^{-1}$[e]
Fumonisin B1	unchanged	unchanged	0–0.05%
Ochratoxin A	ochratoxin-α	significant[f]	n.d.
T-2 toxin	various	significant	0.05–2%
DON (and related trichothecenes)	de-epoxy-DON (DOM)	significant	DON: 0.0001–0.0002 DOM: 0.0004–0.0024[g]
Zearalenone	α-zearalenol	none	0.06–0.08%[h]
Patulin[i]	unchanged	unchanged	n.d.
Ergovalin	unchanged	unchanged	n.d.
Lolitrem	unchanged	unchanged	n.d.

Fink-Gremmels, 2008

Micotossine e Ruminanti

Diete per ruminanti più diversificate

- Concentrati
- Alimenti proteici
- Sottoprodotti
- **Foraggi insilati e fasciati (silomais, silosorgo, silo frumento, silo triticale, fieni silo, etc.)**
- **Foraggi affientati (erba medica, loietto fieno, fieno di prato, etc.)**
- **Prati e pascoli**

Alimenti	Possibili micotossine presenti
Concentrati	aflatoxins, fumonisins, ZEA, DON, other trichothecenes, ergot alkaloids, etc.
Insilati	patulin, mycophenolic acid, roquefortines, fumitremorgens, cerruculogen, monacolines, etc.
Fieni	Alternaria toxins, Cyclopiazonic acid, DON, other trichothecenes, mycophenolic acid, roquefortines, etc.

Fink-Gremmels, 2008

Tossine da *Alternaria* spp. nei Foraggi

Foraggio	Micotossina	n.	Incidenza	Media (µg/kg)	Range (µg/kg)	Nazione	Fonte
Foraggi e sottoprodotti fibrosi	AAL Type A	63	97%	560	90-1'470	Wisconsin, USA	Yu et al. (1999)
Silomais	AAL Type A	60	~30%	170	200-2'010	Pennsylvania, US	Mansfield et al. (2007)
Fieni e fienosilo	AAL Type A	25	100%	720	290-1'160	Wisconsin, US	Yu et al. (1999)
Silomais	AAL Type B	60	~15%	50	30-900	Pennsylvania, US	Mansfield et al. (2007)
Silomais	Alternariol	82	2%	18	max 24	Denmark	Storm et al. (2014)
Silomais	Alternariol ME	82	2%	8	max 8.8	Denmark	Storm et al. (2014)
Foraggi	Alternariol	323	2%	225	max 866	Italy	Bertuzzi et al. (in writing)
Foraggi	Alternariol ME	323	1%	204	max 445	Italy	Bertuzzi et al. (in writing)

AAL Type A, *Alternaria alternata* toxins type A; AAL Type B toxin, *Alternaria alternata* toxins type B

Foraggio	Micotossine non rilevate	Fonte
Silomais	Tenuazonic acid, Altersetin	Storm et al., 2014

Tossine da *Alternaria* spp. nei Foraggi

- **Report EFSA, 2011**
  - **Alternariol** e **Alternariol monomethyl ether** sono genotossici in vitro
  - **Altertoxins** sono mutagene per i batteri (trasformazioni cellulari)
  - **Tenuazonic acid** e **tentoxin** non sono mutagene per i batteri

- "… the estimation of intake levels was limited to chicken, the only species for which some toxigenic data suitable for risk assessment exist. **No information** about exposure and toxicity due to *Alternaria* derived toxins **were currently available for livestock**, ruminants in particular."

Tossine da *Aspergillus* spp. nei Foraggi

Foraggio	Micotossina	n.	Incidenza	Media (µg/kg)	Range (µg/kg)	Nazione	Fonte
Tossine prodotte da ***Aspergillus flavus* & *A. parasiticus***							
Silomais	AFB1	1	-	28		France	Richard et al. 2009
Silomais	AFB1	100	92%	-	0.6 - >4	Italy	Cavallarin et al., 2004
Silomais	AFB1	116	13%	33	2-54	Brazil	Keller et al., 2013
Silomais	AFB1	9	-	-	4-34	France	Garon et al., 2006
Fieno silo	ß-nitropropionic acid	3	33%	1'360	-	Netherlands	Santos&Fink-Gremmels, 2014
Tossine prodotte da **Aspergillus & Penicillium spp.**							
Foraggi e sottoprodotti fibrosi	Cyclopiazonic acid	63	87%	340	120-1'820	Wisconsin, US	Yu et al., 1999
Fieni e fieni silo	Cyclopiazonic acid	25	80%	390	120-1'820	Wisconsin, US	Yu et al., 1999
Silomais	Cyclopiazonic acid	120	37%	120	20-1'430	Pennsylvania, US	Mansfield et al., 2008
Fieno silo	Cyclopiazonic acid	3	33%	55	-	Netherlands	Santos&Fink-Gremmels, 2014

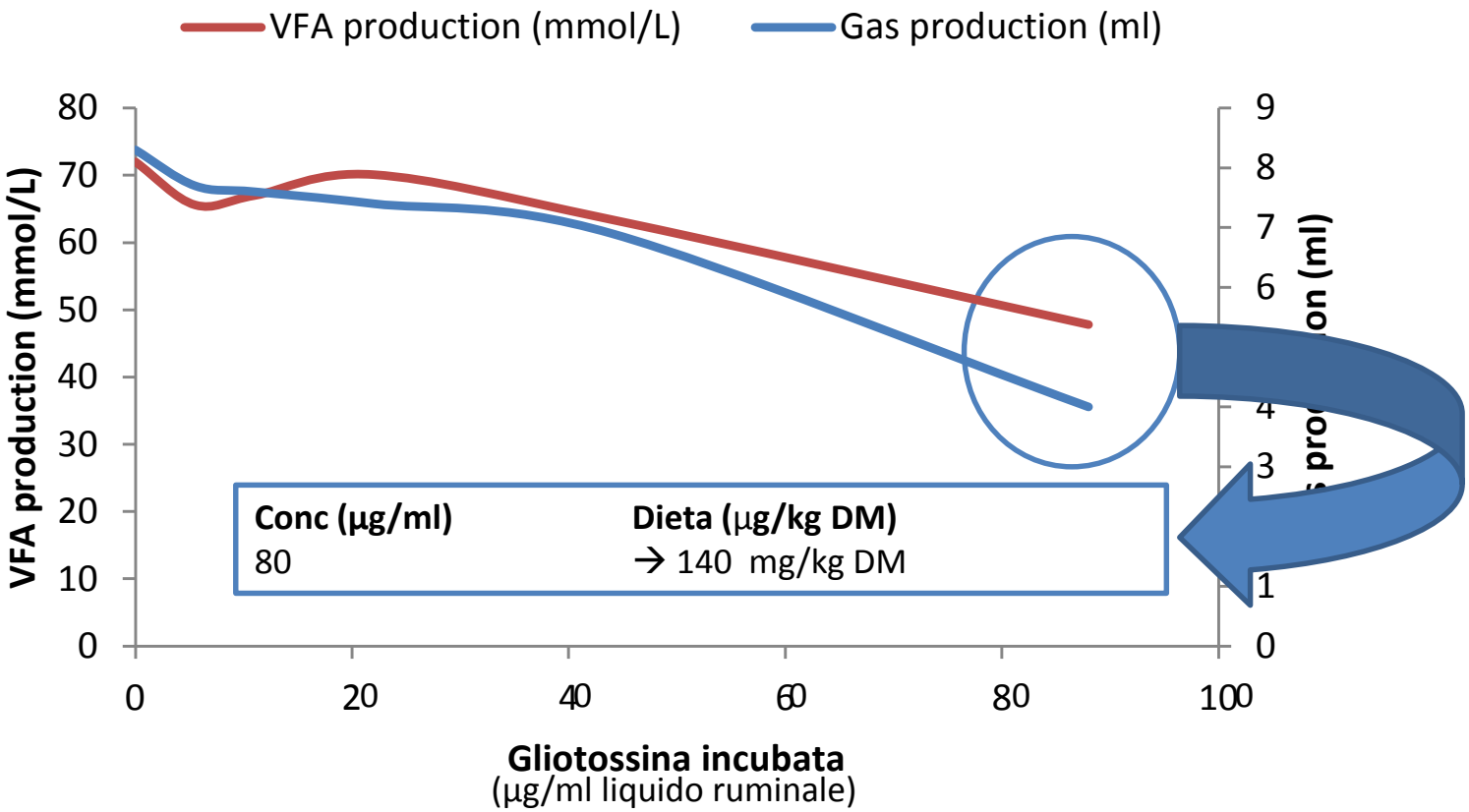
Tossine da *Aspergillus* spp. nei Foraggi

Foraggio	Micotossina	n.	Incidenza	Media (µg/kg)	Range (µg/kg)	Nazione	Fonte
Tossine prodotte da Aspergillus fumigatus							
Silomais	Gliotoxin	1	-	4		France	Richard et al., 2008
Silomais	Gliotoxin	90	-	5’130	5’100-6’500	Argentina	Pereyra et al., 2008
Fieno silo	Gliotoxin	3	33%	1’870	-	Netherlands	Santos&Fink-Gremmels, 2014
Silomais	Gliotoxin	196	<2%	140	max 600	Italy	Gallo et al., 2015

Foraggio	Micotossine non rilevate	Fonte
Silomais	AFB1, AFB2, AFG1, AFG2	Driehuis et al., 2008 (FA&C)
Silomais	AFB1, AFB2, AFG1, AFG2	Driehuis et al., 2008 (JDS)
Silomais	Cyclopiazonic acid, fumitremorgin A, gliotoxin, fumigaclavine A, fumigaclavine C	Storm et al., 2014
Silomais	Gliotoxin	Richard et al., 2009
Fieni e fienisilo	AFB1, AFB2, AFG1, AFG2	Buckley et al., 2007

Micotossine da *Aspergillus fumigatus*

Effetto della presenza di Gliotossina su produzione di Gas e VFA in vitro



Morgavi et al., 2004

Tossine da *Aspergillus* spp. Effetti sugli Animali

Biotechnology Program under the Toxic Substances Control Act
Aspergillus oryzae Final Risk Assessment"

- Kojic acid: «…It is a commonly produced metabolite that possesses antibacterial and antifungal activity. Few oral studies exist for this byproduct. Giroir (1991) reported **toxic effects** on chickens at 4-8 mg/kg feed…»

- Maltoryzin: «…was determined to be the cause of **poisoning** among dairy cows…»
  - Nota: Non c'è bibliografia a supporto!!!

- ß-nitropropionic acid: «…reports of livestock **poisoning** via ingestion in feed (James et al., 1980)…».
  - Nota: Non vengono indicati i livelli di esposizione degli animali

Tossine da *Aspergillus* spp. Effetti sugli Animali

Gliotoxin (alti livelli)
Kojic acid???

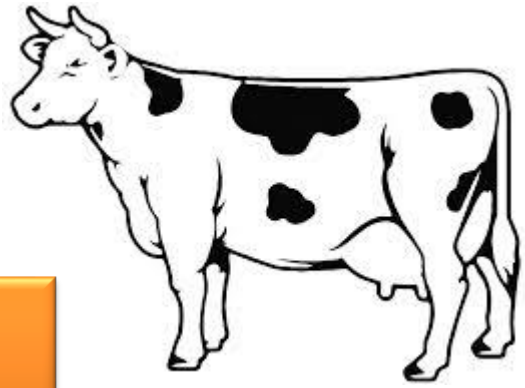
- Gastroenteriti
- Intestino emorragico
- Riduce funzionalità ruminale e Assorbimento Intestinale
- Diarrea
- Chetosi

Morgavi et al., 2004

ß-nitropropionic acid???

- Enfisema polmonare

EPA, 1997



ß-nitropropionic acid???
Maltoryzin???

- Problemi locomotori
- Tremori Muscolari

EPA, 1997; Niederberger et al., 2011

Gliotoxin???

- Immunosopressione

Kroll et al., 1999; Tsunawaki et al., 2004

Gliotoxin, kojic acid, ß-nitropropionic acid, Maltoryzin → No Info sulle Bovine

Tossine da *Penicillium* spp. Mycophenolic Acid

Foraggio	n.	Incidenza	Media (µg/kg)	Range (µg/kg)	Nazione	Fonte
Silomais	135	28%	690	20-23'000	Germany	Schneweis et al., 2000
Silomais	120	42%	160	20-1'300	Pennsylvania, US	Mansfield et al., 2008
Silomais	196	8%	1'760	max 48'000	Italy	Gallo et al., 2015
Silomais	82	2%	8	max 9	Denmark	Storm et al., 2014
Insilati vari	47	13%	524	max 2'630	Netherlands	Driehuis et al., 2008 (JDS)
Fieni silo	3	100%	4'244	max 7'565	Netherlands	Santos&Fink-Gremmels, 2014
Sottoprodotti fibrosi		10%	66	max 83	Netherlands	Driehuis et al., 2008 (JDS)
Fieno silo	88	-	c.a. 250	-	Ireland	McElhinney et al., 2014
Fieno fasciato	56	-	c.a. 1'250	-	Ireland	McElhinney et al., 2014
Fieno silo	98	37%	2'200	20-35'000	Germany	Schneweis et al., 2000
Fieno fasciati	5	100%	-	max 20'000	Ireland	O'Brien et al., 2006

Tossine da *Penicillium* spp. Roquefortine C

Foraggio	n.	Incidenza	Media (µg/kg)	Range (µg/kg)	Nazione	Fonte
Silomais	12	8%	200	-	Germany	Auerbach et al., 1998
Silomais	12	100%	17'000	700-36'000	Germany	Auerbach et al., 1998
Silomais	60	30%	5'470	50-28'000	Germany	Tüller et al., 1998
Silomais	120	60%	380	10-5'710	Pennsylvania, US	Mansfield et al., 2008
Silomais	82	2%	173	max 189	Denmark	Storm et al., 2014
Silomais	196	5%	740	max 32'000	Italy	Gallo et al., 2015
Sottoprodotti fibrosi		7%	123	max 170	Netherlands	Driehuis et al., 2008 (JDS)
Fieno silo	88	-	c.a. 500	-	Ireland	McElhinney et al., 2014
Fieno Fasciato	56	-	c.a. 280	-	Ireland	McElhinney et al., 2014
Fieno silo	24	13%	-	10-580	Germany	O'Brien et al., 2006
Fieno silo	20	15%	280	10-580	Germany	Tüller et al., 1998
Fieno silo	120	<1%	81	-	Netherlands	Driehuis et al., 2008 (FA&C)
Fieno Fasciato	5	40%	-	1'000-20'000	Ireland	O'Brien et al., 2006
Insilati vari		19%	778	max 3'160	Netherlands	Driehuis et al., 2008 (JDS)
Fieno Fasciato	12	75%	200	100-300	Germany	Auerbach et al., 1998
Fieno Fasciato	12	42%	600	200-15'000	Germany	Auerbach et al., 1998

Tossine da *Penicillium* spp. nei Foraggi

Foraggio	Micotossina	n.	Incidenza	Media (µg/kg)	Range (µg/kg)	Nazione	Fonte
Foraggi e sottoprodotti	PR toxin	63	76%	130	50-260	Wisconsin, US	Yu et al., 1999
Fieni e fienisilo	PR toxin	25	80%	15	50-260	Wisconsin, US	Yu et al., 1999
Silomais	Andrastin A	82	18%	169	max 691	Denmark	Storm et al., 2014
Fieno fasciato	Andrastin A	56	-	c.a. 500	-	Ireland	McElhinney et al., 2014
Fieno fasciato	Andrastin A	5	100%	-	Max 20'000	Ireland	O'Brien et al., 2006
Silomais	Marcfortine A	82	7%	-	-	Denmark	Storm et al., 2014
Fieno fasciato	Marcfortine A	5	60%	-	100-1'000	Ireland	O'Brien et al., 2006
Silomais	Marcfortine B	82	1%			Denmark	Storm et al., 2014
Fieno fasciato	Agroclavine	5	40%	-	100-1'000	Ireland	O'Brien et al., 2006
Fieno fasciato	Festuclavine	5	40%	-	100-1'000	Ireland	O'Brien et al., 2006

Foraggio	Micotossine non rilevate	Fonte
Silomais	Mycophenolic acid, Penicillic acid, Roquefortine C	Driehuis et al., 2008 (FA&C)
Silomais	Penicillic acid	Driehuis et al., 2008 (JDS)
Silomais	Fumigaclavine A, Fumigaclavine C, PR toxin	Storm et al., 2014
Silomais	PR toxin	Gallo et al.. 2015

Tossine da *Penicillium* spp. Effetti sul Rumine

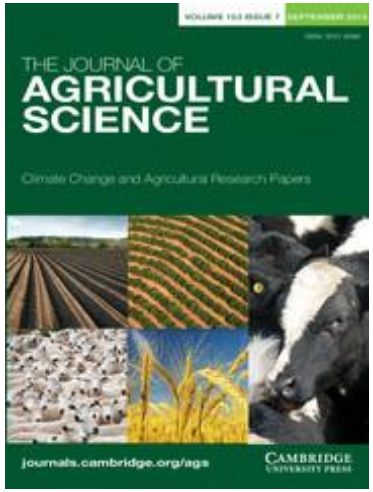
Journal of Agricultural Science (2015), **153**, 163–176. © Cambridge University Press 2014
doi:10.1017/S0021859614000343

ANIMAL RESEARCH PAPER

Study of the effects of PR toxin, mycophenolic acid and roquefortine C on *in vitro* gas production parameters and their stability in the rumen environment

A. GALLO*, G. GIUBERTI, T. BERTUZZI, M. MOSCHINI AND F. MASOERO

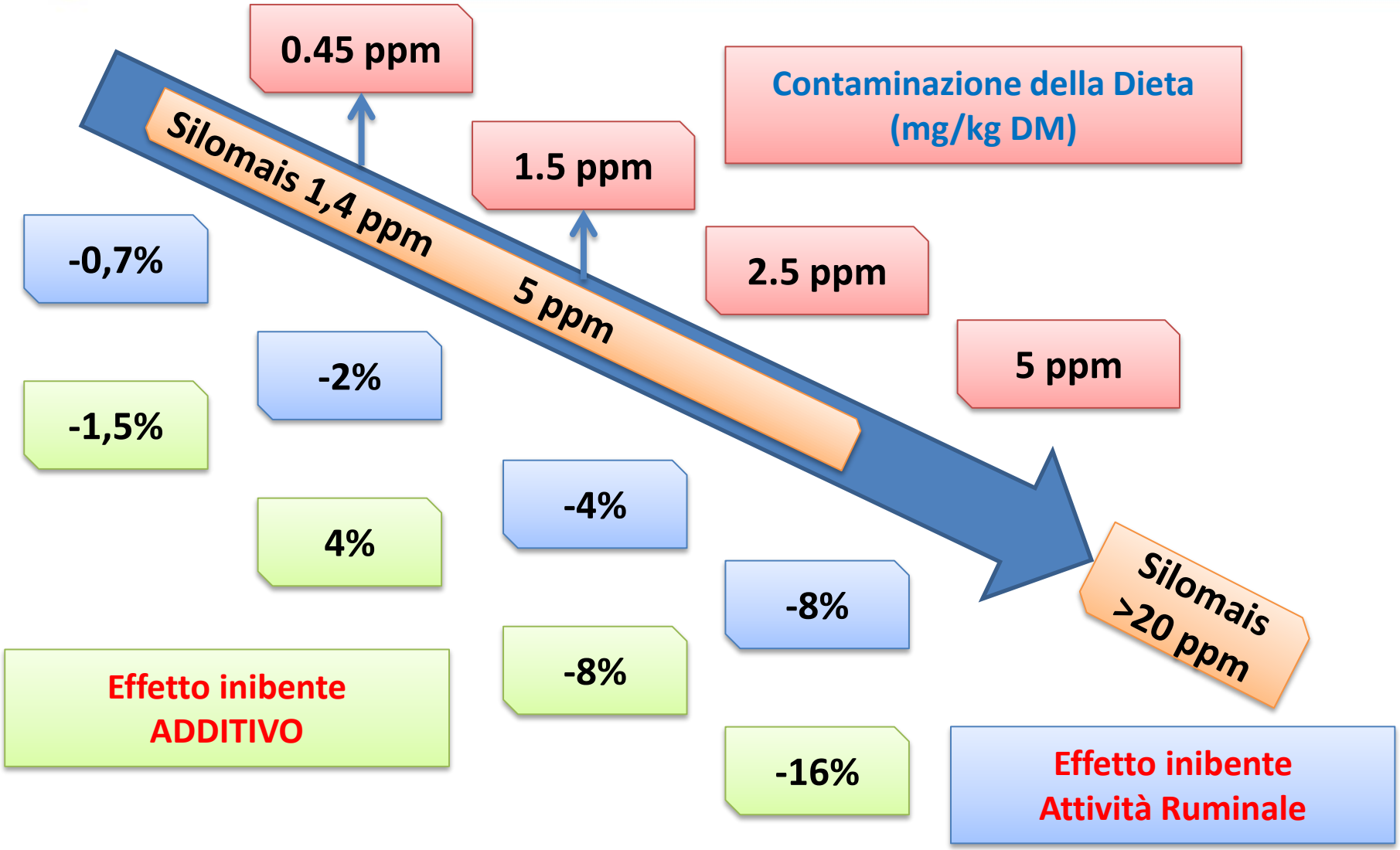
Feed and Food Science and Nutrition Institute, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza, Italy



Parametro	Mycophenolic acid	Roquefortine C	Effetto Combinato (Myco x Roque)
Fermentescibilità (Vf, ml/g OM)	**-7%**	**-7%**	**-14% (additivo)**
Produzione di VFA (mmol/l)	**-19%**	**-12%**	**-33% (poco più che additivo)**

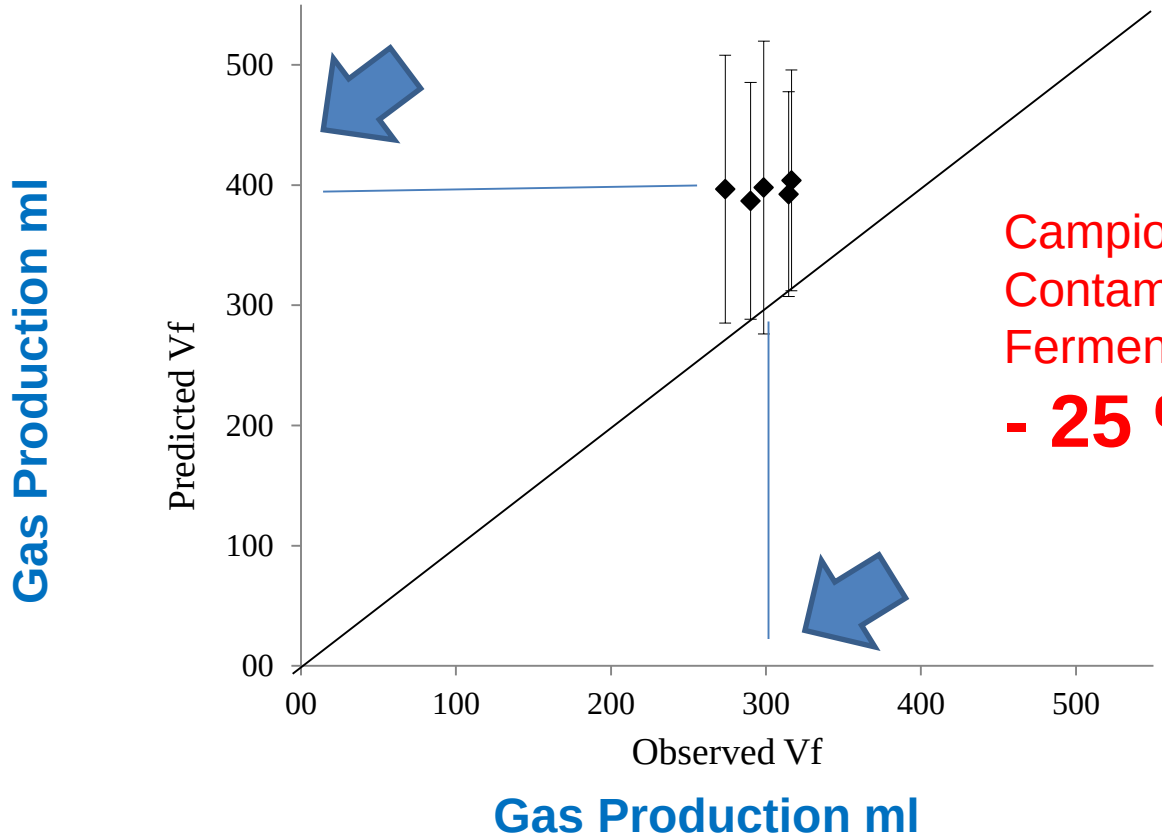
Nessun effetto della PR toxin

Effetto dell'Ingestione di Acido Micofenolico e Roquefornite C sull'efficienza Alimentare



Effetto di Acido Micofenolico e Roquefornite C sulla produzione di Gas

Effetto della Micotossina Pura vs. Estratti «naturalmente» contaminati di insilati



Campione Naturalmente Contaminato
Fermentazione inferiore
- 25 %

Tossine da *Penicillium* spp. Effetti sugli Animali

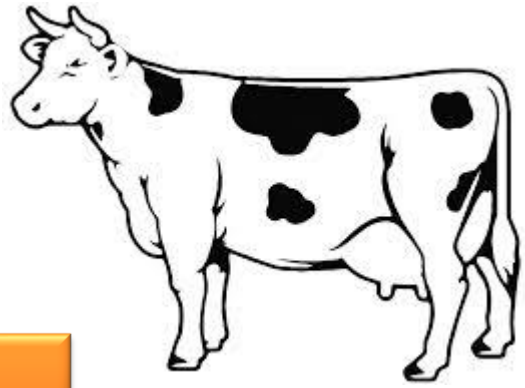
Micotossina	Modello animale	Dosaggi	Effetti misurati	Fonte
Mychopenolic acid	Sheep (male)	0, 10, 70, 300 mg of MPA/sheep/day	none	Mohr et al., 2007
Mychopenolic acid	Sheep	300 mg of MPA/sheep/day	Slightly signs of immunosuppression in jejunum, white blood cells, ileum	Dzidic et al., 2006
Mychopenolic acid	Sheep	300 mg of MPA/sheep/day	none	Dzidic et al., 2010
Roquefortine C	Cow	about 4-8 mg/kg diet	Reversible paralytic effects	Haggblom et al., 1995
Roquefortine C	Sheep	0, 10 and 50 mg/sheep/day	None ↓ rumen pH	Tüller et al., 1998

Tossine da *Penicillium* spp. Effetti sugli Animali

Mychopenolic acid
Roquefortine C
PR toxin???

- Gastroenteriti
- Intestino emorragico
- Riduce funzionalità ruminale e Assorbimento Intestinale
- Diarrea
- Chetosi

Tüller et al., 1998; Whitlow&Hagler, 2010; Gallo et al., 2015



Mychopenolic acid

- Immunosopressione

Dzidic et al., 2006

Roquefortine C???

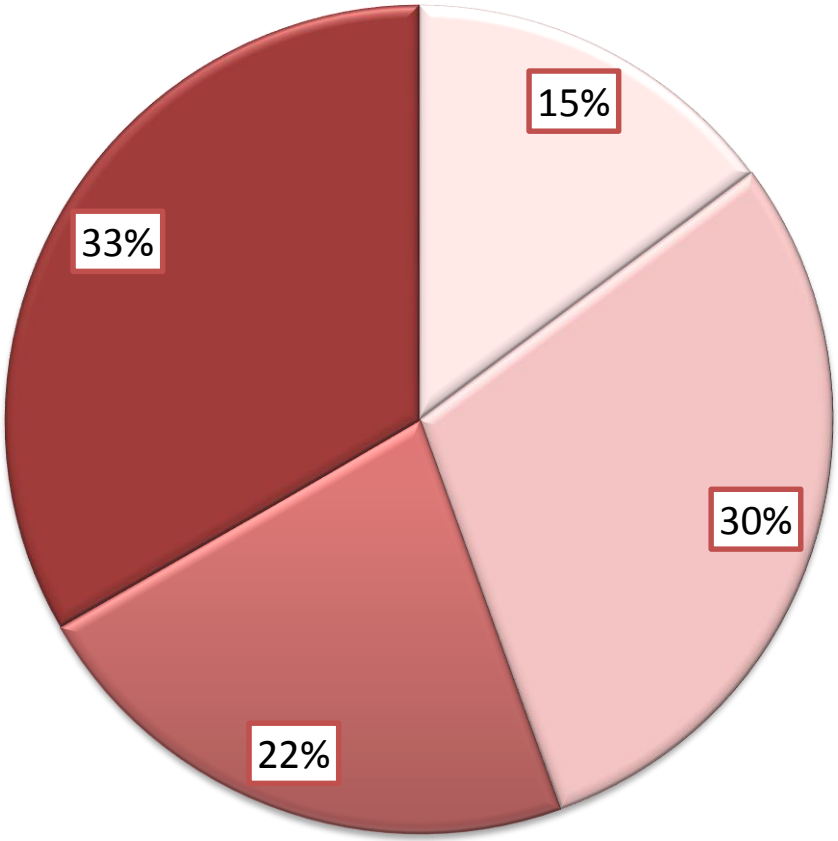
- Problemi locomotori

Haggblom et al., 1995

PR toxin, Penicillic acid, Marcfortines, Andrastins, PR-imine, PR-amide → No Info

Tossine da *Fusarium* spp. nei Foraggi

Incidenza nella contaminazione di DON in diversi Foraggi

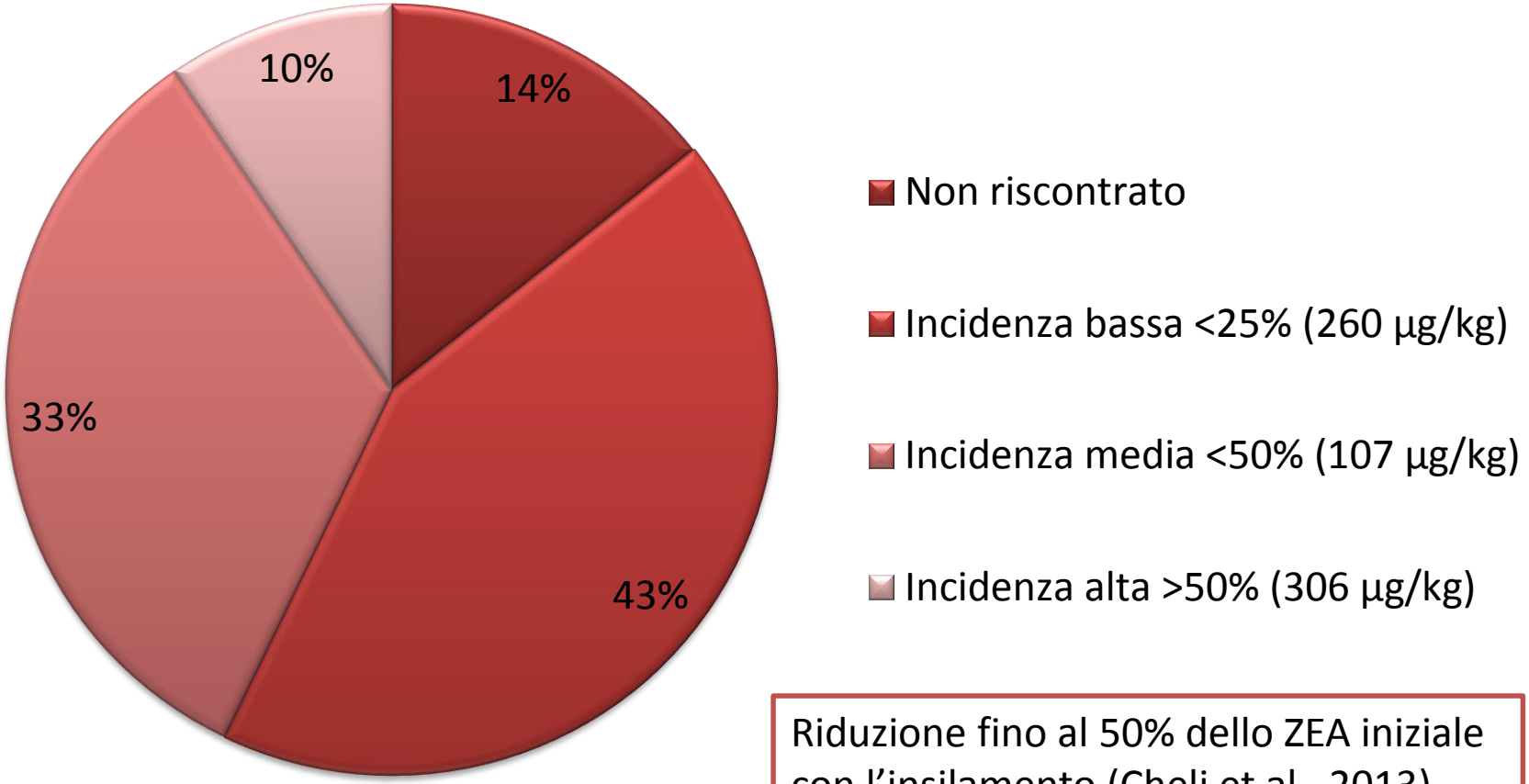


- Non riscontrato
- Incidenza bassa <25% (630 µg/kg)
- Incidenza media <50% (874 µg/kg)
- Incidenza alta >50% (1086 µg/kg)

Riduzione fino al 100% del DON iniziale con l'insilamento (Cheli et al., 2013)

Tossine da *Fusarium* spp. nei Foraggi

Incidenza nella contaminazione di ZEA in diversi Foraggi



Riduzione fino al 50% dello ZEA iniziale con l'insilamento (Cheli et al., 2013)

Qualità Fermentativa degli Insilati di Mais

Possiamo Misurarla Oggettivamente?

Progetto FILIGRANA

Consorzio Tutela Grana Padano

GRANA PADANO

GESTIRE GLI INSILATI AZIENDALI DI MAIS PER LA FILIERA DEL GRANA PADANO DOP

A cura di:
Giorgio Borreani, Ernesto Tabacco, Antonio Gallo,
Francesco Masoero, Angelo Stroppa.

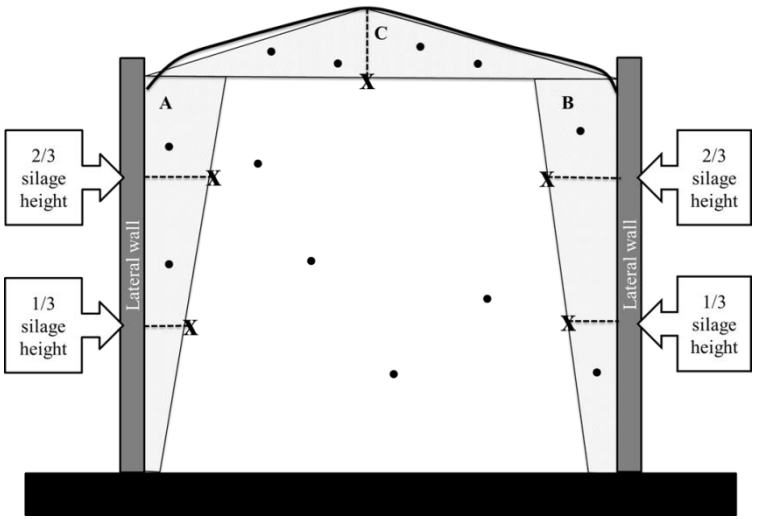
Scaricabile al link: http://www.granapadano.it/assets/pdf/VADEMECUMINSILATI.pdf

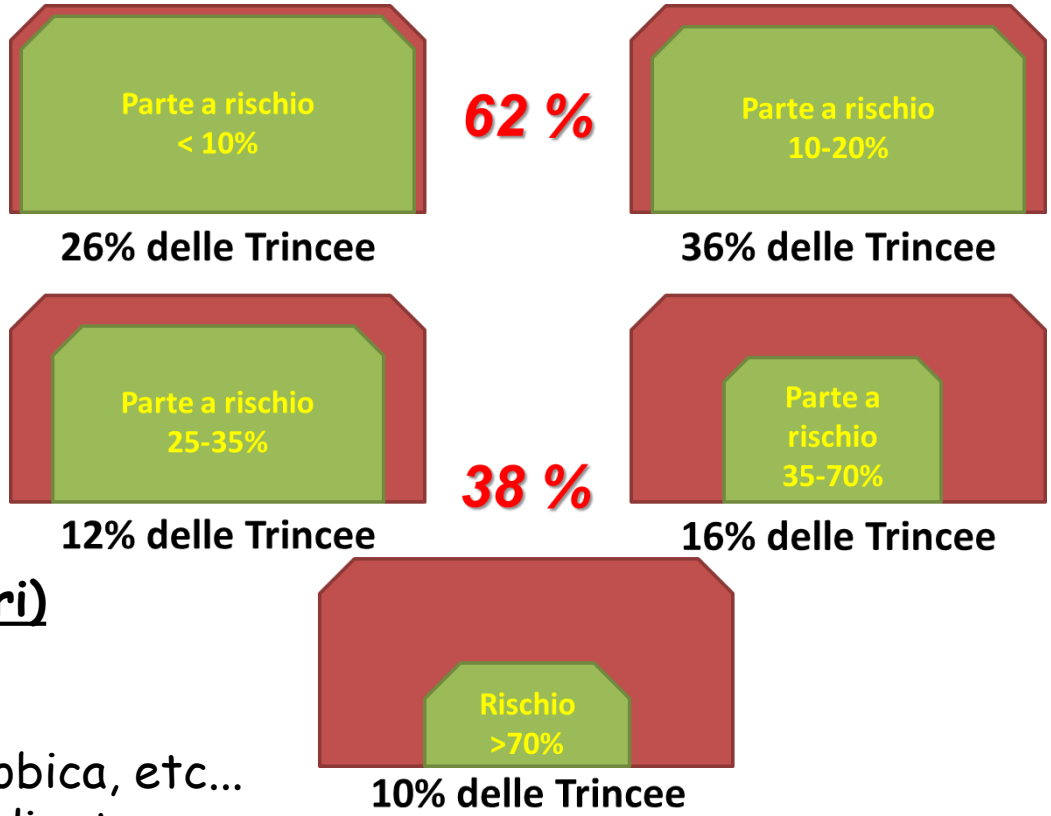
Qualità degli Insilati

Progetto FILIGRANA

«Valorizzazione della produzione del Grana Padano per il controllo di filiera e l'ottimizzazione dei processi produttivi»

Valutazione qualitativa degli **Insilati** e **Fieni** in Pianura Padana





Parametri misurati (c/a 40 parametri)

- SS, amido, frazioni, fibrose, etc…
- dNDF, iNDF, etc…
- pH, Lattico, Acetico, Stabilità Aerobica, etc…
- Densità, dT, Lieviti&Muffe, Clostridi, etc…
- **Micotossine**, Fattore d'Inibenza, etc..

Calcolo Punteggio FLIEG

Ac. lattico		Ac. acetico		Ac. butirrico	
% meq su acidi tot.	punti	% meq su acidi tot.	punti	% meq su acidi tot.	punti
0-20	0	0-20	25	0-0,1	50
20,01-22	1	20,01-22	24	0,2-0,5	48
22,01-24	2	22,01-24	23	0,6-1	45
24,01-26	3	24,01-26	22	1,1-1,6	43
26,01-28	4	26,01-28	21	1,7-2	40
28,01-30	5	28,01-30	20	2,1-3	38
30,01-32	6	30,01-32	19	3,1-4	37
32,01-34	7	32,01-34	18	4,1-5	35
34,01-36	8	34,01-36	17	5,1-6	34
36,01-38	9	36,01-38	16	6,1-7	33
38,01-40	10	38,01-40	15	7,1-8	32
40,01-42	11	40,01-42	14	8,1-9	31
42,01-44	12	42,01-44	13	9,1-10	30
44,01-46	13	44,01-46	12	10,1-12	28
46,01-48	14	46,01-48	11	12,1-14	26
48,01-50	15	48,01-50	10	14,1-16	24
50,01-52	16	50,01-52	9	16,1-18	22
52,01-54	17	52,01-54	8	18,1-20	20
54,01-56	18	54,01-56	7	20,1-22	18
56,01-58	19	56,01-58	6	22,1-24	16
58,01-60	20	58,01-60	5	24,1-26	14
60,01-62	21	>60	5	26,1-28	12
62,01-64	22			28,1-30	10
64,01-66	23			30,1-32	9
66,01-68	24			32,1-34	8
68,01-70	25			34,1-36	7
>70	25			36,1-38	6
				38,1-40	5
				40,1-42	4
				42,1-44	3
				44,1-46	2
				46,1-48	1
				48,1-50	0
				50,1-52	-1
				52,1-54	-2
				54,1-56	-3
				56,1-58	-4
				58,1-60	-5
				>60	-10

ESEMPIO CALCOLO INDICE FLIEG

Acido lattico = 6,32 % s.s. × 11,105 = 70,18 meq
Acido acetico = 1,36% s.s. × 16,658 = 22,65 meq
Acido butirrico = 0, 02% s.s. × 11,355 = 0,23 meq

Calcolo del Totale
70,18 + 22,65 + 0,23 = 93,06 meq

Proporzione
Acido lattico = 70,18 / 93,06 = 75,41 % meq tot
Acido acetico = 22,65 / 93,06 = 24,34 % meq tot
Acido butirrico = 0,23 / 93,06 = 0,25 % meq tot

Punteggio Flieg
25 (lattico) + 22 (acetico) + 48 (butirrico) =
95 Punti

Punteggio Flieg	Valutazione qualitativa
81 - 100	**ottima**
61 - 80	**buona**
41 - 60	**media**
21 - 40	**scadente**
0 - 20	**pessima**

Mondolatte. http://www.mondolatte.it/index.php/foraggi/154-la-valutazione-qualitativa-degli-insilati

Calcolo Punteggio VANBELLE

N-NH3	
% su N totale	punti
0-5	60
5,1-6	57
6,1-7	54
7,1-8	51
8,1-9	48
9,1-10	45
10,1-11	42
11,1-12	39
12,1-13	36
13,1-14	33
14,1-15	30
15,1-16	27
16,1-17	24
17,1-18	21
18,1-19	18
19,1-20	15
20,1-22	12
22,1-24	9
24,1-26	6
26,1-28	4
28,1-30	2
30,1-35	0
35,1-40	-5
>40	-10

Esempio di calcolo

Il punteggio finale è la somma dei 2 punteggi parziali:

- **calcolato in base agli acidi e il risultato viene diviso per 2,5 (punteggio massimo 40)**
- **calcolato in base all'N-NH_3 in percentuale sull'azoto totale (punteggio massimo 60)**

Insilato di Mais

N-NH^3 = 6,13 % N tot.

Punteggio Vanbelle =

95 (Punteggio Flieg) / 2.5 + 54 (N-NH_3) =

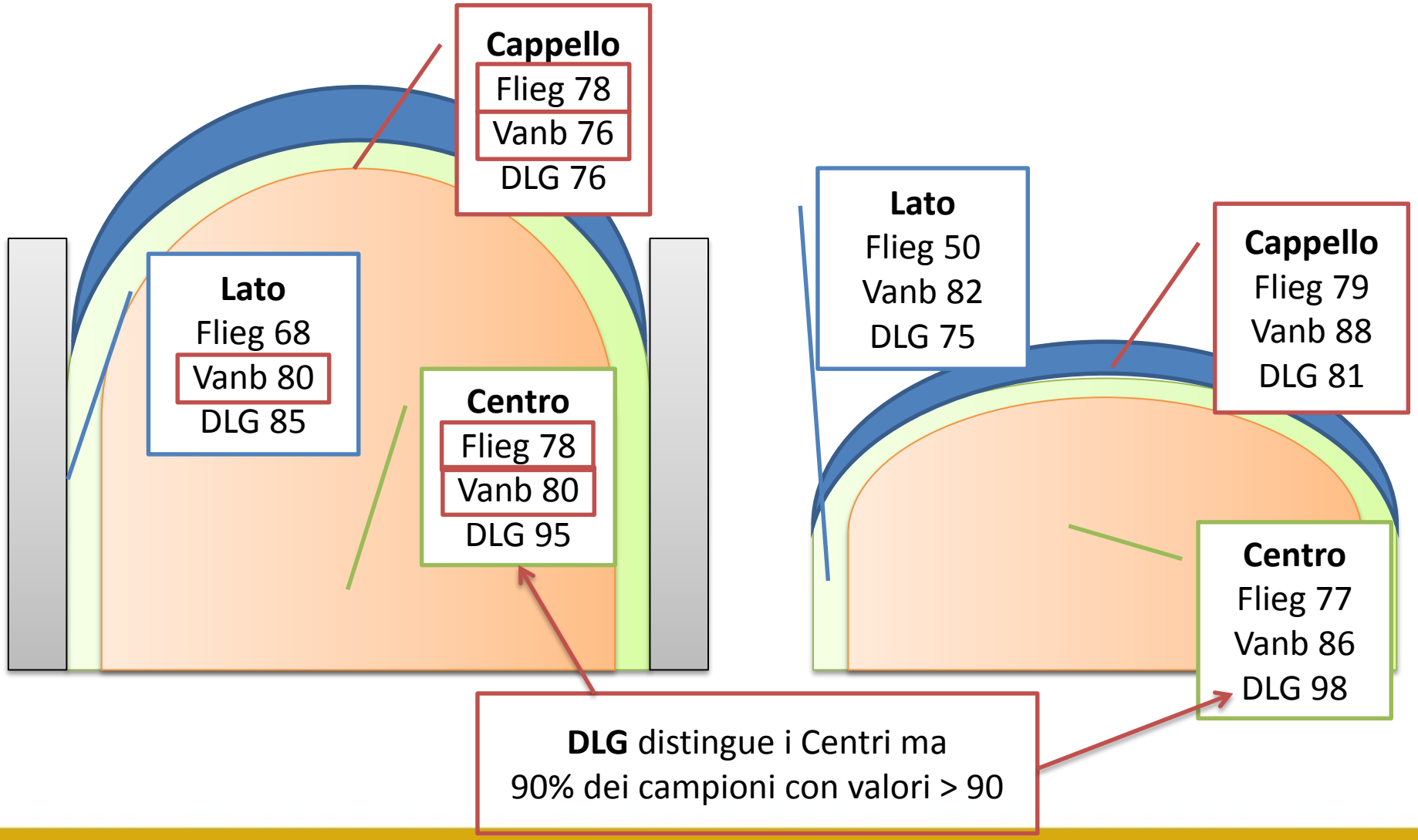
38 + 54 =

92 punti

Punteggio Vanbelle	Valutazione della qualità
0-20	cattiva
21-40	mediocre
41-60	soddisfacente
61-80	buona
81-100	ottima

Mondolatte. http://www.mondolatte.it/index.php/foraggi/154-la-valutazione-qualitativa-degli-insilati

Punteggi Silomais



Fermentative Quality Index - Silomais -

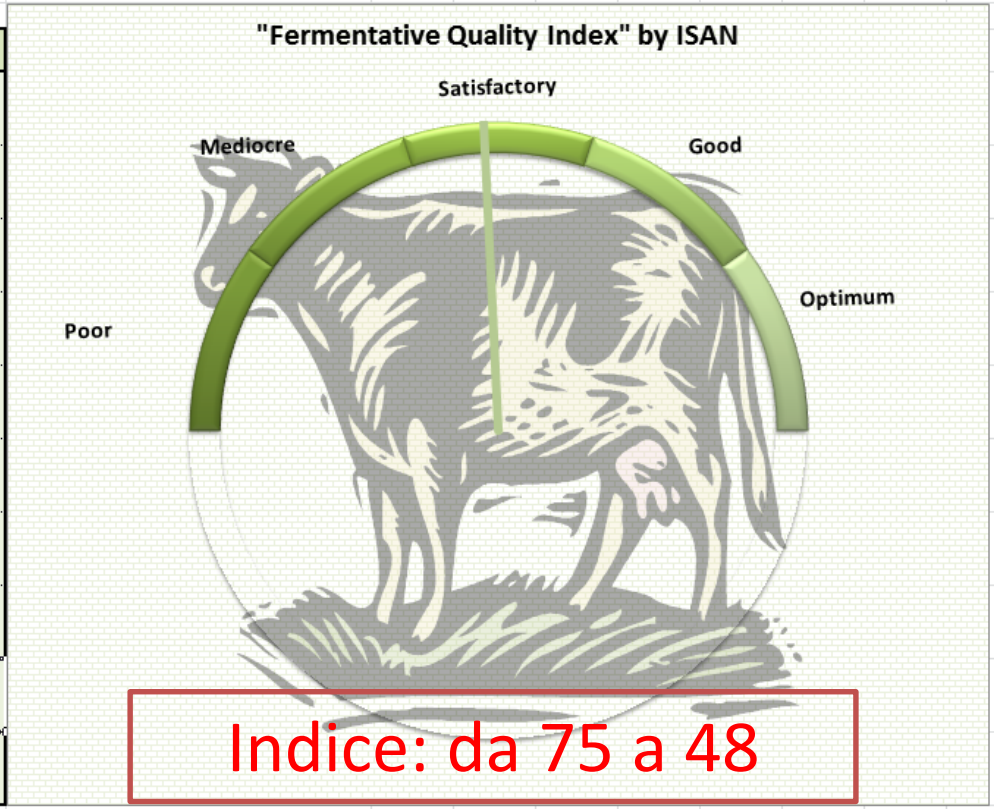
CORN Fermentative Quality Index calculation (Beta version 1a)

Information on index development and validation are in Gallo et al. 2015. J Sci Food Agric DOI:10.1002/jsfa.7109 and Gallo et al. 2015. J Sci Food Agric *DOI:10.1002/jsfa.7272*

Feed&Food Science and Nutrition Institute (**ISAN**)
Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali
Università Cattolica del Sacro Cuore, Via E. Parmense, 29122, Piacenza

Don't use this sheet unless you have all of the required parameters and their values.

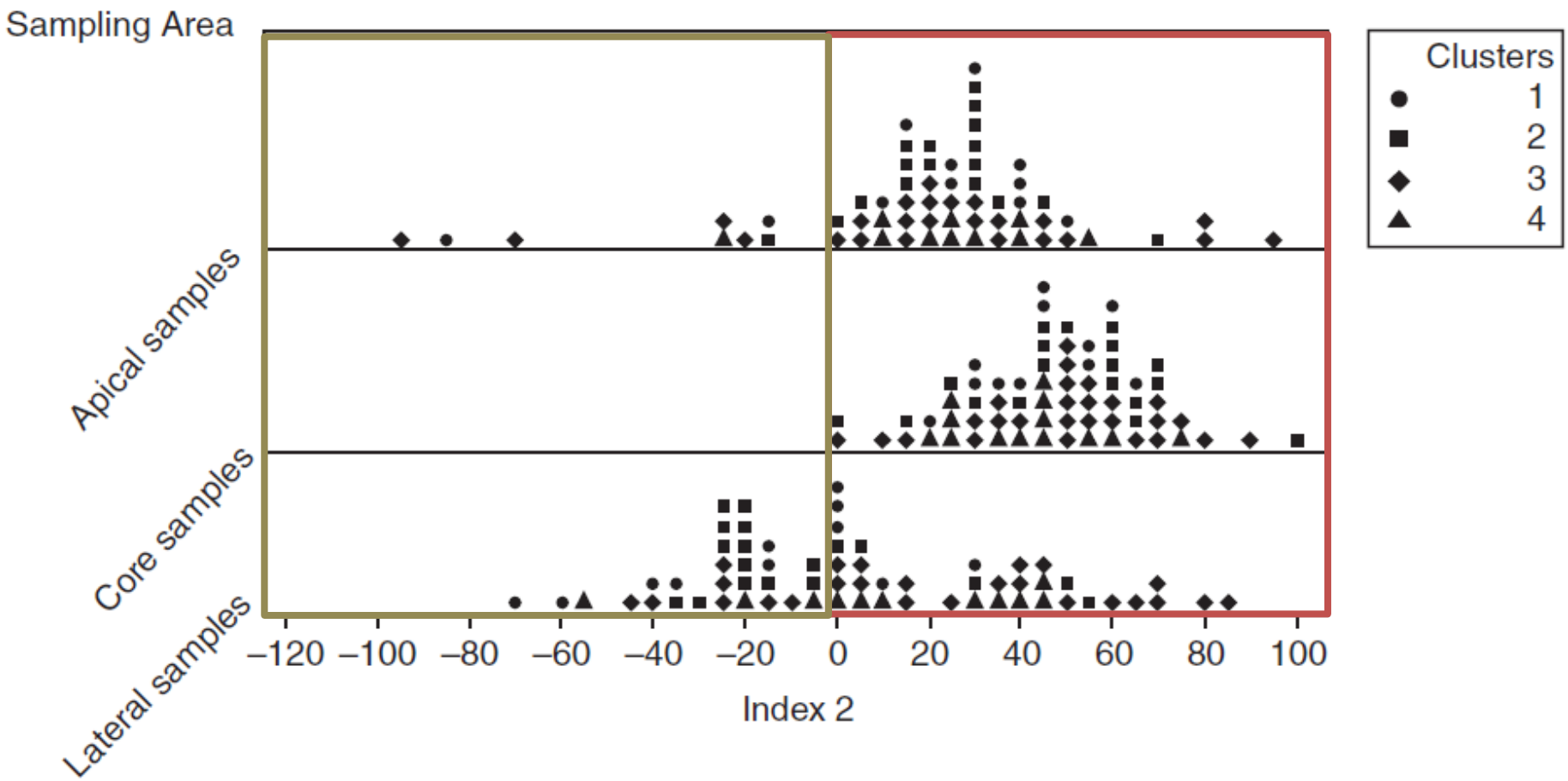
Parameters		m.u.	value
Acido Butirrico	+0,1%	g kg-1 DM	2
Acido Valerico	Presenza	g kg-1 DM	0.1
Acido Isobutirrico	=	g kg-1 DM	0.2
Acido Isovalerico	Presenza	g kg-1 DM	0.1
Acido Lattico	-2%	g kg-1 DM	45
Proteina solubile	=	g kg-1 DM	45
NH3-N	=	g kg-1 TN	70
pH	Da 3.7 a 3.9	dmls	3.9
Acido Propionico	=	g kg-1 DM	2
Acido Acetico	-0,5%	g kg-1 DM	22



Indice: da 75 a 48

Scaricabile dal sito di ISAN al link: http://istituti.unicatt.it/alimenti-nutrizione-istituto-di-scienze-degli-alimenti-e-della-nutrizione-isan-myfarm#content
oppure al link: https://www.researchgate.net/publication/277901600_CORN_Fermentative_Quality_Index

Fermentative Quality Index - Silomais -



Grazie per l'attenzione

Istituto di Scienze degli Alimenti e della Nutrizione, UCSC

Prof. Francesco Masoero

Prof. Terenzio Bertuzzi

Prof. Amedeo Pietri

Dott. Gianluca Giuberti

Dott. Maurizio Moschini

Dott.ssa Anna Mulazzi, Dott.ssa Paola Fortunati

Dott.ssa Silvia Rastelli, Dott.ssa Sara Bruschi, Dott.ssa Samantha Sigolo

Department of Systems Biology, Technical University of Denmark

Jens C. Frisvad

Kristian F. Nielsen

Coordinatore del progetto FILIGRANA

Prof. Gianfranco Piva

UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore

Micotossine dei Foraggi

Toxins **2015**, *7*, 3057-3111; doi:10.3390/toxins7083057

OPEN ACCESS

toxins

ISSN 2072-6651

www.mdpi.com/journal/toxins

Review

Review on Mycotoxin Issues in Ruminants: Occurrence in Forages, Effects of Mycotoxin Ingestion on Health Status and Animal Performance and Practical Strategies to Counteract Their Negative Effects

Antonio Gallo [1,*], Gianluca Giuberti [1], Jens C. Frisvad [2], Terenzio Bertuzzi [1] and Kristian F. Nielsen [2]