



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICO - VETERINARIE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE ZOOTECNICHE E
TECNOLOGIE DELLE PRODUZIONI ANIMALI

IL BENESSERE DEL CAVALLO ATTRAVERSO L'ALIMENTAZIONE: SLOW FEEDING

HORSE WELFARE BY MEANS OF FEEDING: SLOW FEEDING

RELATORE

Chiar.ma Prof.ssa Francesca MARTUZZI

CORRELATORE

Chiar.mo Prof. Federico RIGHI

LAUREANDA

Adeline Emma BONAGLIA

Matricola 256331

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

ABSTRACT

The gastrointestinal tract of the horse reflects his nature of «trickle feeder», being characterised by an optimum performance under the condition of a continuous intake of small amounts of forage. Modern management, including housing in box and small paddocks, doesn't allow to express his natural behaviour, particularly in terms of feeding. This condition results in an increased incidence of organic pathologies – mostly gastrointestinal – as well as behavioural, like stereotypies. Another emergent problem connected to feeding management practice is obesity. To help reducing these issues, scientific and horse-lovers have developed the concept of the slow feeding system. The purpose of this system is, in fact, to extend the forage intake to provide a continuous feed availability and therefore closely mimic his natural feeding condition. The use of different devices specifically designed on the basis of this concept, has turned out to be actually successful in slowing down forage intake, but mostly it showed a general improvement in psychological and physical welfare of horses. In the experimental part of this work a trial has been conducted with the aim to compare two techniques of forage feeding: a limited free meal on the ground twice a day and a limited meal in a slow feeder hay net administered once a day. Eight saddle mares were involved in a cross over experimental design, with an acclimatisation period of 8 days and a measuring period of 3 days. Behavioural aspects and digestive performance have been evaluated. Observations and analysis performed have highlighted beneficial effects of the use of slow feeder hay net on the behaviour of the animals and no effects on the digestive performance, except for an improved consistency of faeces linked to a significantly higher humidity.

INDICE

Abstract.....	2
1 Introduzione	4
2 Cenni di anatomia e fisiologia dell'apparato digerente	7
2.1 Anatomia.....	7
2.2 Fisiologia	10
2.2.1 Molecole biologiche: come e dove avviene la digestione e l'assorbimento	24
3 Comportamento alimentare – Sguardo generale.....	29
4 Patologie comportamentali e gastrointestinali legate all'alimentazione.....	31
4.1 Stereotipie	31
4.2 Ulcere gastriche e coliche	37
4.3 Obesità	45
5 Attualità sul sistema <i>slow feeding</i>	48
6 Contributo sperimentale.....	61
7 Conclusioni generali	72
8 Bibliografia	74
9 Indice delle figure	82
10 Indice delle tabelle	82

1 INTRODUZIONE

Originariamente il cavallo era un animale selvatico che viveva allo stato brado nelle steppe asiatiche. Al giorno d'oggi la specie più simile ai cavalli selvatici esistenti più di 3500 anni fa – periodo a cui risale la scoperta delle prime tracce di domesticazione (Outram, et al., 2009) – è il cavallo selvatico dell'Asia (*Equus przewalskii*) o cavallo di Przewalski (Figura 1). Gli individui ancora presenti nelle steppe della Mongolia vivono liberi, senza recinzioni e lontani dall'influenza dell'uomo (Fijn, 2015).

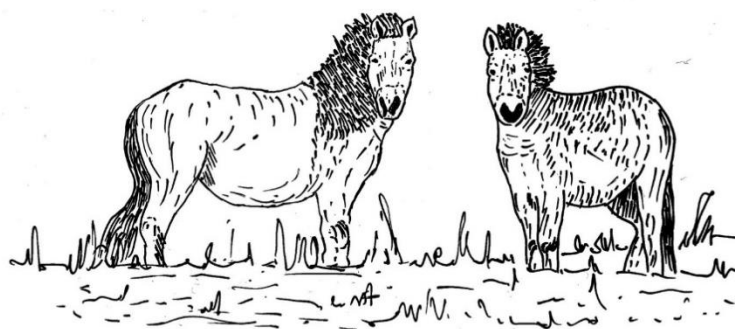


Figura 1: Cavalli di Przewalski allo stato brado

In natura i cavalli sono animali sociali che vivono all'interno di un gruppo di 2-35 individui (Boyd and Keiper, 2005 in Burla, et al., 2016), non-territoriali e nomadi (Ellis & Hill, 2005). Uno studio sui cavalli selvatici dell'Australia svolto da Hampson et al., dimostra che essi compiono giornalmente una distanza di 8-23 km (Hampson, et al., 2010). Essendo delle prede, se avvertono una sensazione di pericolo, la loro prima reazione è la fuga (Ellis & Hill, 2005). Sono brucatori selettivi, che si nutrono principalmente di alimenti ricchi di fibre e a basso contenuto di amido (Harris, 1999a). Boyd et al., nel 1988, osservarono un gruppo di cavalli di Przewalski, riuscendo a stabilire come veniva suddivisa una giornata di 24 ore. Salter et al. nel 1979, invece, studiarono il comportamento alimentare dei cavalli selvaggi dell'Alberta. Da questi studi è emerso che i cavalli selvaggi passano 12-18 ore a brucare (Boyd, et al., 1988; Salter & Hudson, 1979 citati in Burla, et al., 2016) e che i periodi di digiuno tra un pasto e l'altro non superano mai le 3-4 ore (Ellis & Hill, 2005). Inoltre, mentre pascolano, i cavalli si muovono in continuazione alla ricerca delle zone migliori (Houpt 2005, citato in Burla, et al., 2016). Il resto del tempo lo trascorrono a riposare, in attività sociali e di grooming (Boyd, et al., 1988; Salter & Hudson, 1979 citati in Burla, et al., 2016).

Quando il cavallo è lasciato libero in un pascolo può esprimere meglio i comportamenti tipici della sua specie, in quanto questa è la forma di gestione più prossima allo stato brado dei suoi antenati. Secondo Wolter et al., al pascolo i cavalli dedicano all'attività di pascolamento un terzo della notte, che rappresenta dal 20 al 50% dell'ingestione totale dell'alimento (Wolter, et al., 2014).

Con la domesticazione il cavallo si è avvicinato sempre più all'uomo, fungendo da mezzo di trasporto, da aiuto nei lavori agricoli, fino a diventare un atleta o un compagno per il tempo libero. Questo ha comportato diversi cambiamenti nel suo stile di vita e, con il tempo, lo ha reso apparentemente sempre più dipendente dall'uomo per svolgere le attività che prima erano parte della sua natura, come il movimento, l'alimentazione e la riproduzione. Secondo una pubblicazione di Harris del 1999, la forma più comune di alloggiamento dei cavalli nel Regno Unito e negli Stati Uniti è la stabulazione (Harris, 1999b). Questa, essendo molto lontana dalle abitudini della specie, ha costituito il cambiamento che più ha influito sul comportamento naturale del cavallo e sulla sua salute (Thorne, et al., 2005), favorendo la comparsa di molte patologie, soprattutto di tipo gastrointestinale e comportamentale.

La stabulazione in box limita drasticamente la possibilità di movimento, ormai circoscritto alle uscite consentite dall'uomo. Riduce pure i contatti sociali con altri simili e, di conseguenza, il *mutual grooming*. Per un animale con l'istinto della fuga come il cavallo, il box limita poi la possibilità di mettersi al riparo in caso di paura. Ma, soprattutto, la stabulazione influisce sulla capacità di alimentarsi secondo i suoi ritmi e i suoi bisogni, dovendo dipendere da un apporto di cibo razionato dall'uomo in sole 2-3 dosi giornaliere e spesso ricco in amido e proteine (Tinker, et al., 1997 citato in Ellis & Hill, 2005), ma carente in fibre.

Per queste ragioni negli ultimi anni si sente parlare sempre più spesso di benessere del cavallo e sono nati concetti come *paddock paradise* (Jackson, 2007), *slow feeding*, box sociali, ecc. In particolare, nell'ambito della ricerca, ma anche semplicemente nella gestione quotidiana, si cerca di dare un'importanza sempre maggiore alla salute psicofisica del cavallo, ricreando condizioni il più possibile vicine allo stato naturale in cui si è evoluto.

Uno stage compiuto all'estero mi ha permesso di lavorare a contatto con un'équipe di ricercatori che stanno svolgendo interessanti studi su questo argomento. Ho così potuto conoscere da vicino l'idea di benessere del cavallo. In particolare, il concetto di *slow feeding* ha immediatamente suscitato la mia curiosità. Con questo sistema si permette al cavallo di

distribuire l'assunzione del foraggio lungo tutto l'arco della giornata, imitando dunque il suo comportamento naturale.

Questo elaborato è composto da due parti: una teorica e una sperimentale.

La prima prevede una parte di carattere generale, nella quale si tratteranno aspetti di anatomia e fisiologia dell'apparato digerente del cavallo, il suo comportamento alimentare in natura e le patologie comportamentali e gastrointestinali legate all'alimentazione. Seguirà una parte speciale, in cui si parlerà del concetto di *slow feeding*, analizzandone gli aspetti nutrizionali, sanitari e tecnici.

La parte sperimentale è legata a questo tema, che già è oggetto di studio da parte di molti autori, ma soprattutto in relazione agli effetti di tipo comportamentale. Si è quindi ritenuto interessante svolgere uno studio che riguardasse invece l'aspetto nutrizionale.

In effetti l'obiettivo della sperimentazione è di valutare l'eventuale cambiamento nella digeribilità della razione distribuita mediante l'utilizzo di reti da fieno *slow feeder*, invece che con la tradizionale somministrazione a terra.

Questa tesi ha lo scopo di far conoscere il sistema *slow feeding* anche alle nostre latitudini, dove è ancora poco utilizzato. L'intento è di far comprendere il concetto che sta alla sua base, i vantaggi che sicuramente apporta, ma anche le problematiche che sono attualmente presenti, ma che con l'avvento di nuove soluzioni potranno essere risolte. Da ultimo vuole essere uno spunto per i detentori e gli allevatori di cavalli, affinché prestino maggior attenzione al benessere psicofisico dei loro animali, soprattutto dal punto di vista dell'alimentazione.

Parte generale

2 CENNI DI ANATOMIA E FISIOLOGIA DELL'APPARATO DIGERENTE

2.1 Anatomia

L'apparato digerente (Figura 2) è composto dal canale alimentare, da numerose ghiandole che vi riversano il loro secreto e dalla cavità orale. Il canale alimentare è suddiviso in tre parti, denominate rispettivamente tratto ingestivo, tratto digestivo e tratto espulsivo (Bortolami, et al., 2012).

Il tratto ingestivo inizia dalla bocca e comprende la faringe e l'esofago. È così denominato perché porta gli alimenti assunti fino allo stomaco, elaborandoli. Questa parte si trova in posizione prediaframmatica, mentre in posizione retrodiaframmatica si trovano le due parti successive.

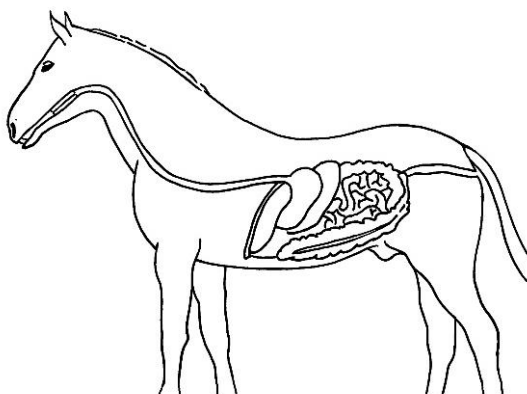


Figura 2: Apparato digerente del cavallo

Il tratto digestivo invece è costituito dallo stomaco, dall'intestino, esclusa la parte terminale, e dalle ghiandole annesse. Questa è la sede in cui avvengono le trasformazioni indispensabili alla successiva assimilazione e utilizzazione degli alimenti e la formazione dei residui che verranno poi eliminati nell'ultimo tratto, che è composto dalla parte terminale dell'intestino e che serve all'escrezione del materiale alimentare non utilizzato (Bortolami, et al., 2012).

Il cavallo è un animale erbivoro monogastrico, quindi presenta delle particolarità tipiche di queste specie nelle strutture del tratto digestivo (Tabella 1). A differenza dei ruminanti,

possiede un solo sacco in cui sbocca l'esofago, lo stomaco. Una descrizione più dettagliata di quest'organo seguirà nel capitolo riguardante la fisiologia. Collegato allo stomaco tramite il piloro si trova invece l'intestino tenue. La sua lunghezza dipende dal tipo di dieta dell'animale; essendo il cavallo un animale erbivoro, è molto lungo (16-24 metri, Meyer & Coenen, 2014) e con un diametro modesto (Bortolami, et al., 2012). La sua capacità è di circa 55-70 litri (Davies, 2014). Questa struttura è divisa in tre parti: duodeno, digiuno e ileo e riceve lo sbocco dei dotti escretori del fegato e del pancreas.

A questo punto termina il cosiddetto tratto digerente anteriore (*foregut* in inglese) e inizia il tratto digerente posteriore (*hindgut*) (Davies, 2014) costituito dall'intestino crasso, che ha un diametro maggiore ed è pure suddiviso in tre parti: cieco, colon e retto. Il retto, che sbocca nel canale anale, il quale si apre verso l'esterno con l'ano, fa parte del terzo tratto del canale alimentare, il tratto espulsivo. Rispetto agli altri mammiferi, nei cavalli l'intestino crasso ha avuto un grande sviluppo e si differenzia sia per la forma e la lunghezza dei suoi tratti, sia per la topografia. Il cieco, a forma di sacco allungato, è di facile individuazione e si estende per gran parte del fianco destro (Bortolami, et al., 2012). Ha una capacità di 25-35 litri ed è lungo circa 1,25 metri (Davies, 2014). Il colon è suddiviso in grosso colon, con una lunghezza di 3-4 metri e una capacità di 100 litri, e in piccolo colon, lungo approssimativamente 3,5 metri (Davies, 2014).

Il fegato e il pancreas sono due grosse ghiandole annesse al duodeno nel tratto digestivo. Nel cavallo il fegato è localizzato per due terzi nella regione ipocondriaca destra e passa di poco il piano sagittale mediano. Con un peso di circa 5-9 kg (Davies, 2014), è a forma di ellissi irregolare con una faccia diaframmatica o craniale, convessa, e una faccia viscerale o caudale, concava. Si presenta di colore rosso-bruno o rosso bluastro. Dall'interno del fegato partono le vie biliari deputate all'escrezione della bile, che sono costituite dai duttoli e dai dotti biliari. Il sangue che affluisce al fegato proviene da due fonti. Il 75% della quantità totale entra dalla vena porta e proviene dagli organi della cavità addominale; esso apporta i nutrienti assorbiti dagli alimenti. Il resto proviene invece dalla ramificazione epatica dell'aorta, la quale porta il sangue ossigenato proveniente dal ventricolo sinistro (Davies, 2014). Nel fegato viene immagazzinata la bile, la quale serve a neutralizzare l'acido proveniente dallo stomaco e a emulsionare i grassi. Nei cavalli però non è presente la cistifellea (Merritt & Julliand, 2013), quindi manca il "serbatoio di raccolta della bile" (Bortolami, et al., 2012), che infatti fluisce continuamente nel duodeno attraverso il coledoco. Questa caratteristica è legata all'evoluzione del cavallo, che non si è sviluppato

per pasti abbondanti e sporadici, bensì piccoli e frequenti (Davies, 2014). Come già detto, il cavallo non ha né cistifellea né dotto cistico, per cui il dotto coledoco si forma direttamente dalla confluenza dei condotti epatici e sbocca nel duodeno nell'ampolla epatopancreatica (Bortolami, et al., 2012).

Il pancreas invece è situato caudalmente allo stomaco, spostato a destra del piano mediale e si presenta diviso in due lobi, di colore giallastro. Svolge sia una funzione endocrina, producendo gli ormoni insulina e glucagone, sia una funzione esocrina, producendo i succhi pancreatici che sboccano anch'essi nell'ampolla epatopancreatica del duodeno tramite il dotto pancreatico principale.

Tabella 1: Dimensioni dei tratti del sistema gastrointestinale (Davies, 2014; Wolter, et al., 2014; Meyer & Coenen, 2014)

	Stomaco	Intestino tenue	Cieco	Colon (+ retto)
Capacità (%)	7	30	13	50
Capacità (litri)	15-18	55-70	25-35	100
Lunghezza (metri)	-	16-24	1.25	7-8

2.2 Fisiologia

Per poter utilizzare le sostanze nutritive che vengono assunte con gli alimenti, questi ultimi devono venir scomposti tramite dei processi demolitivi che li scindano nei loro costituenti elementari, affinché possano venir facilmente assorbiti lungo tutto l'apparato digerente. Questi processi meccanici, enzimatici e microbiologici, atti a rendere assimilabili i principi nutritivi forniti con la dieta, prendono il nome di digestione.

La parte principale è svolta da enzimi secreti lungo l'apparato digerente dalle principali ghiandole annesse. Un ruolo non meno importante viene svolto dalla flora batterica presente nel cieco, coinvolta nella digestione dei foraggi che sono particolarmente ricchi di cellulosa. I processi meccanici invece sono utili per un corretto funzionamento degli enzimi digestivi, per consentirne l'assorbimento durante il transito ed infine per l'espulsione dei materiali non digeriti.

Tenendo conto delle caratteristiche legate a questi processi e all'anatomia, il cavallo viene considerato un erbivoro monogastrico, in quanto si nutre di vegetali e i processi fermentativi microbici vengono attivati nella parte caudale dell'intestino, a differenza degli erbivori poligastrici, come i ruminanti, nei quali essi avvengono nel tratto iniziale, costituito dai prestomaci. Questo significa che nel cavallo i processi fermentativi avvengono dopo che gli alimenti sono già stati attaccati dagli enzimi.

Nei monogastrici lo sviluppo del canale alimentare è predominante nel cieco e nel colon. Il ruolo principale dell'apparato digerente è quello di "costituire un serbatoio per l'alimento ingerito, di prepararlo alla digestione, di digerirlo e di provvedere all'assorbimento dei prodotti ottenuti dalla digestione stessa" (Bortolami, et al., 2012).

Questa però non è l'unica funzione rivestita dall'apparato digerente: esso è anche un organo escretore dei prodotti terminali del metabolismo; funziona come un organo endocrino, perché produce e secerne sostanze che vengono immesse nel flusso sanguigno; svolge un ruolo di controllo e regolazione sulla concentrazione di sostanze presenti nel sangue. Dalle suddette funzioni si può quindi notare come il canale alimentare svolga un'azione importante per il bilancio energetico.

I processi meccanici e secretori con cui avviene la digestione sono regolati da stimoli nervosi e umorali che garantiscono la corretta sequenza delle diverse fasi. Queste si susseguono con ordine, partendo dal tratto iniziale del canale alimentare. L'apparato digerente è considerato

multicomportamentale e viene quindi distinto in *intestino craniale* e *intestino caudale* (Bortolami, et al., 2012).

La fase iniziale della digestione consiste nella prensione degli alimenti. Nel cavallo questa viene svolta principalmente con il labbro superiore. Le labbra sono organi muscolari larghi, mobili e sensibili, coperti da pelle e lunghi peli tattili che permettono al cavallo di raccogliere e separare piccoli oggetti; esse hanno dunque un ruolo importante nel riconoscimento e nella scelta degli alimenti (Harris, 1997 citato in Ellis & Hill, 2005). Inoltre, i cavalli, a differenza dei ruminanti, hanno gli incisivi superiori che vengono utilizzati per tagliare gli alimenti al momento dell'assunzione; il cavallo al pascolo ha la possibilità di retrarre le labbra e tagliare l'erba, che viene poi portata con la lingua alle arcate molari per essere sminuzzata e in seguito formare il bolo. Nel cavallo la lingua svolge un ruolo minore rispetto ai bovini, nei quali è il principale organo di prensione (Ellis & Hill, 2005).

La struttura della bocca è importante per capire una principale caratteristica del cavallo, che esercita un ruolo importante per la gestione dell'alimentazione. La cavità orale è composta dalle arcate dentali, dalla lingua, dal pavimento della bocca, dal palato duro e da quello molle. La lunghezza di quest'ultimo, che entra in contatto con l'epiglottide, impedisce la respirazione tramite la bocca e quindi, in condizioni di elevate pressioni dello stomaco, l'ingesta può avere un riflusso ed entrare nella cavità nasale (Ellis & Hill, 2005), dalla quale viene espulsa. In condizioni di stomaco troppo espanso, l'impossibilità di vomitare può portare alla sua rottura, che si manifesta con un forte dolore colico che porta all'inevitabile morte dell'animale.

L'assunzione dei liquidi avviene invece tramite suzione, immettendo le labbra socchiuse nell'acqua, retraendo la lingua e formando uno stantuffo che crea una pressione negativa nella cavità orale che permette al liquido di fluire al suo interno (Bortolami, et al., 2012).

L'azione successiva alla prensione degli alimenti è la masticazione, che "ha lo scopo di sminuzzare e tritare l'alimento per aumentare la superficie e, di conseguenza, facilitare l'azione idrolizzante degli enzimi digestivi" (Bortolami, et al., 2012). Essa è compiuta dalle arcate molari e nel cavallo, in quanto erbivoro monogastrico, è lunga e accurata.

Il cavallo possiede una dentatura robusta, ma che gli permette comunque di mantenere la capacità di scegliere i componenti dell'alimento. Le arcate dentali sono infatti strutturate per consentire di masticare bene e in maniera efficiente già al primo passaggio, per una corretta utilizzazione dei nutrienti (Janis & Ehrhardt, 1998 citato in Ellis & Hill, 2005). Inoltre, la

struttura riflette la capacità di masticare alimenti con un alto contenuto di fibre, tipici della dieta naturale del cavallo. Irregolarità nella morfologia delle arcate dentali possono portare a problemi di masticazione, con una diminuzione della capacità di alimentarsi, e ad una digestione meno efficiente (Ellis & Hill, 2005).

La saliva è il prodotto che viene secreto dalle ghiandole salivari che consistono in gh. Parotide, gh. Sottomascellare, gh. Sublinguale e una serie di altre ghiandole salivari minori. Esse si trovano ai lati della faccia nella regione adiacente al collo, i loro condotti sboccano nel cavo orale e il loro secreto permette la lubrificazione della bocca e dell'esofago.

La saliva possiede quattro funzioni principali. Essa viene prodotta in grande quantità per inumidire e diluire gli alimenti assunti in modo da facilitarne la deglutizione e una migliore digestione. Quando ci si riferisce all'esatta quantità di saliva prodotta, si parla spesso di un cavallo alimentato in condizioni *normali*, ma questo risulta un concetto molto variabile e porta dunque a delle stime non sicure. "Secondo Meyer et al. un cavallo produce 3-5 litri di saliva al giorno per 100 kg di peso, dunque un cavallo di 500 kg potrebbe arrivare a produrne fino a 25 litri al giorno se alimentato solo con fibre" (Meyer et al., 2005, citato in Ellis & Hill, 2005). La quantità stimata inoltre può variare a seconda dell'umidità della razione ingerita; quando essa è molto umida, la produzione di saliva viene ridotta, siccome la masticazione si abbrevia e viene secreta solo una piccola quantità di muco per permettere la deglutizione (Miraglia & Catalano, 1987). Il volume viene anche messo in relazione con il controllo fisiologico dell'assunzione volontaria, che come vedremo più avanti dipende dal numero di atti masticatori (Ellis & Hill, 2005). La grande produzione di saliva è anche considerata importante per la sopravvivenza della microflora batterica associata agli alimenti nel *saccus caecus* (primo punto d'entrata dello stomaco, Morris et al., 2003 citato in Ellis & Hill, 2005) e soprattutto perché mantiene un ambiente idoneo a prevenire la formazione di ulcere gastriche (Pagan, 1997). In ultimo la saliva permette al puledro la suzione del latte.

A differenza dei ruminanti, che hanno una secrezione continua di saliva isotonica, nei cavalli la salivazione prodotta dalla parotide è ipotonica e intermittente (Alexander & Hickson, 1970, citato in Ellis & Hill, 2005), in quanto non hanno una stimolazione fisiologica, ovvero, se non è presente il cibo nella cavità boccale, non c'è il flusso di saliva (Frandsen, 1986, citato in Ellis & Hill, 2005) e lo stimolo principale è dato dalla masticazione (Alexander, 1966).

La saliva è un liquido incolore e ipotonico rispetto al plasma. È composta da ioni cloro, sodio, potassio e bicarbonato, da mucopolisaccaridi e in piccola parte da proteine, non contiene però enzimi digestivi (Miraglia & Catalano, 1987; Merritt & Julliard, 2013). Il valore del pH si aggira intorno ai $7,49 \pm 0,18$ se si considera la saliva prodotta dalla parotide (Alexander, 1966), mentre considerando il volume totale, secondo uno studio di Moeller et al. il pH è intorno ai $8,9 \pm 0,03$ (Moeller, et al., 2008). La variabilità di questo valore è circa del 60% (Eckersall, et al., 1985) e dipende dunque dall'individuo. Grazie alle sue proprietà lievemente alcaline e al contenuto in bicarbonato, la grande quantità di saliva prodotta potrebbe anche avere una funzione tamponante per le fermentazioni che avvengono nello stomaco (Alexander, 1966).

La prima fase della digestione termina dunque con la deglutizione del bolo, azione parzialmente involontaria da parte dell'animale. Quando il bolo imbibito di saliva raggiunge la parte caudale della bocca, alla base della lingua, una serie di movimenti involontari lo spinge verso l'esofago ed in seguito nello stomaco. Come già detto in precedenza, nel cavallo l'assenza di enzimi amilolitici impedisce un'iniziale degradazione degli alimenti a livello della cavità orale e dunque questa fase serve solamente come preparazione del bolo alla digestione che avverrà più avanti lungo il canale alimentare.

Una volta deglutito, il bolo passa attraverso l'esofago per raggiungere lo stomaco. Nell'esofago ha luogo un'onda peristaltica (contrazione della tonaca muscolare), che attraverso contrazioni ritmiche alternate spinge il bolo verso lo stomaco. Lungo l'esofago viene prodotto muco che aiuta ulteriormente il passaggio. L'esofago arriva allo stomaco tramite lo sfintere cardiaco. La chiusura di questo sfintere permette di prevenire il reflusso gastrico e l'eruttazione di gas, oltre ad impedire il vomito.

Lo stomaco del cavallo è un organo a forma di J, presentante delle curvature. Ha dimensioni relativamente piccole rispetto alla mole dell'animale e la sua capacità massima è di 15-18 litri. Questo è dovuto alle origini dell'animale: dato che allo stato brado percorreva grandi distanze, era abituato a mangiare poco e spesso in funzione dei suoi spostamenti (Miraglia & Catalano, 1987), fatto che influisce anche sull'elevata assunzione volontaria presente nel cavallo. Il volume di deglutizione medio giornaliero, saliva compresa, è di 50-70 litri e quindi, con una capacità utile dello stomaco così ridotta, è richiesto uno svuotamento frequente (Wolter, 1993). Infatti, due terzi di ogni pasto progrediscono verso l'intestino in circa 1 ora, mentre il terzo restante viene ritenuto per 5-6 ore. Di conseguenza la digestione

gastrica ha effetti sensibili solo sugli ultimi 10 litri all'incirca, che equivalgono a 2 kg di fieno o 4 kg di concentrati; viene quindi degradata soltanto l'ultima parte di cibo assimilata (Wolter et al., 1975; Wolter, 1993). Questa caratteristica spiega perché sarebbe buona norma somministrare prima i foraggi, in modo che vengano digeriti nel tratto finale del canale digerente e solo in seguito i concentrati, così da permettere loro di restare più tempo nello stomaco e venir già in parte degradati (Miraglia & Catalano, 1987).

L'alimento arriva allo stomaco sotto forma di bolo contenente un livello di saliva variabile (Ellis & Hill, 2005). Le curvature dello stomaco influiscono sullo sviluppo di differenti aree di acidità e sulle caratteristiche fisiche del contenuto gastrointestinale. L'estremità a sinistra è conosciuta come *saccus caecus*, mentre l'estremità a destra è caratterizzata dal piloro, che permette di far affluire il contenuto nel piccolo intestino. La regione centrale prende il nome di sacco fundico (Ellis & Hill, 2005). Le regioni presentano dunque caratteristiche molto diverse. Il *saccus caecus* è considerato la parte ghiandolare. Questa è soggetta a danneggiamento da parte delle secrezioni dello stomaco, perché è sprovvista di muco. La parte restante, consistente nel corpo dello stomaco, è invece provvista di ghiandole che producono una grande quantità di muco, che funge da protezione contro i secreti acidi prodotti nello stomaco (Davies, 2014; Ellis & Hill, 2005). Le cellule delle ghiandole nel corpo dello stomaco sono anche responsabili della secrezione di succo gastrico. Esso è prodotto grazie al rilascio di gastrina che viene innescato dalla distensione delle pareti dello stomaco. Giornalmente ne vengono prodotti in media 10-30 litri.

Il principale secreto delle ghiandole nella parte fundica è l'acido cloridrico (HCl) (Merritt, 2003). La sua produzione è regolata da meccanismi feedback che rispondono a differenti fattori tra cui il pH intragastrico e la composizione del contenuto gastro-intestinale (Kidd et al., 1996, Modlin & Tang, 1996, Schubert & Peura, 2008, Vuyyuru et al., 1995 citati in Merritt & Jullian, 2013). Una caratteristica importante da prendere in considerazione nel cavallo, che si ritrova però anche in gran parte degli animali domestici, ad eccezione dei carnivori, è la secrezione continua di acido cloridrico ad una velocità variabile, anche quando lo stomaco è vuoto (Merritt, 2003). A livello fisiologico questa è ritenuta una secrezione basale, ma bisogna considerare che allo stato naturale il cavallo non resta mai con lo stomaco completamente vuoto. Infatti, la dott.ssa Getty ci ricorda che “secerne acido in continuazione perché è concepito per mangiare in continuazione” (Getty 2009). L'acido cloridrico prodotto si meschia con i fluidi pancreatici e duodenali che si riversano nello stomaco (Kitchen, et al., 2000).

La secrezione di acido cloridrico è regolata da diversi ormoni, tra cui la gastrina, ormone secreto dalle ghiandole della mucosa fundica (Bortolami, et al., 2012; Campbell-Thomson & Merritt, 1990 citato in Merritt & Julliand, 2013). Secondo lo studio di Sandin et al., dopo un pasto abbondante si riscontra un immediato elevato picco di secrezione di gastrina, mentre dopo un pasto ristretto la risposta è tardiva e minore. Quindi gli autori suggeriscono che il grado di distensione dello stomaco potrebbe influire sulla secrezione di quest'ormone. Inoltre, è stato notato che un pasto a base di concentrati evoca una risposta rapida da parte della secrezione di gastrina, mentre un pasto a base di fieno favorisce una risposta più prolungata. Da questi studi si può dunque dedurre che il volume e la composizione del pasto influiscono sulla quantità di acido cloridrico prodotto (Sandin et al., 1998, citato in Merritt & Julliand, 2013).

Nel puledro neonato, come nella maggior parte dei monogastrici, il contenuto dello stomaco è abbastanza acido dappertutto, a causa della consistenza uniforme semiliquida. Invece nel cavallo adulto, se alimentato regolarmente con una dieta a base di fieno ad libitum e concentrati, il pH presente nello stomaco dipende dalla zona in cui sono situate le fibre. Esse svolgono dunque un ruolo importante nel mantenere l'ambiente fisico-chimico nello stomaco. Questo perché le fibre presenti nell'alimentazione del cavallo, che hanno particelle con dimensioni maggiori e con minore densità, tendono a restare in cima all'intero contenuto gastrico, dove sono esposte in maniera minore all'acido prodotto dalle ghiandole della regione fundica dello stomaco, mentre vengono più facilmente a contatto con la saliva proveniente dall'esofago, che ha un pH molto maggiore (Merritt & Julliand, 2013). Quindi, nel momento in cui il cavallo assume le fibre, il pH (Figura 3) presente nella parte superiore dello stomaco si aggira intorno al valore di 5-7, mentre nella parte inferiore è di 2-3 (Husted et al. 2008, Lorenzo-Figueras & Merritt 2002, Merritt 2003 citati in Merritt & Julliand, 2013). Quando invece l'assunzione di fibre diminuisce, sia perché i pasti sono razionati o, nel caso dell'assunzione ad libitum, perché il cavallo riposa e quindi arresta l'assunzione di fibre, il pH nella parte superiore dello stomaco, scende a 4 o meno. Una spiegazione plausibile a questo andamento può essere la quantità di saliva prodotta, che è ridotta in quanto il cavallo non mastica più e quindi l'effetto tampone diminuisce (Husted, et al., 2008). Invece, se un cavallo viene alimentato correttamente, la produzione di saliva fa aumentare il pH anche fino al valore di 7 (Husted, et al., 2008). Si può dunque dedurre l'importanza dell'assunzione regolare di fibre mediante una dieta a base di foraggi e prediligendo la somministrazione ad libitum (Ellis & Hill, 2005).

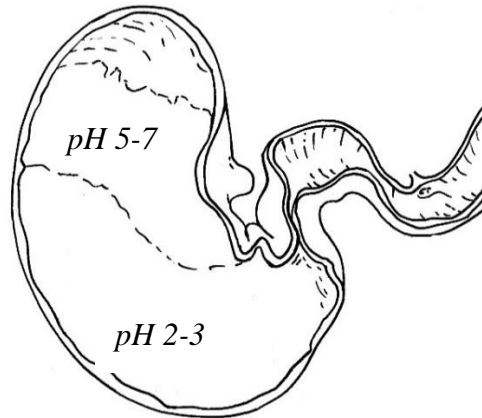


Figura 3: Valori di pH presenti nelle regioni dello stomaco

La differenza nel pH nello stomaco gioca un ruolo importante per il mantenimento delle fermentazioni intragastriche, che sono più numerose e attive a livelli superiori di pH (Varloud, et al., 2007). Inoltre, quando il pH scende sotto il 4 nel *saccus caecus*, la mucosa aghiandolare viene sottoposta alle problematiche legate alla formazione di ulcere, in quanto non contiene le ghiandole necessarie alla formazione di muco per ripararla contro l'acido cloridrico, ghiandole che sono invece presenti nella parte inferiore dello stomaco (Nadeau, et al., 2003). Secondo uno studio di Nadeau et al., il pH resta maggiore se i cavalli vengono alimentati con foraggio di erba medica, probabilmente a causa dell'effetto tampone proveniente dall'alta concentrazione di calcio e proteine (Nadeau, et al., 2000).

Gli alimenti nello stomaco vengono sottoposti ad azioni meccaniche, enzimatiche e fermentative (Miraglia & Catalano, 1987).

L'azione meccanica è svolta principalmente dalle contrazioni peristaltiche e da quelle dell'antro pilorico che fanno progredire il chimo (contenuto gastrico che ha subito la digestione) verso il duodeno. Inoltre, queste azioni facilitano anche la digestione che avverrà nel tratto successivo, riducendo la dimensione delle particelle alimentari (Miraglia & Catalano, 1987).

L'azione enzimatica invece è svolta tramite la secrezione del succo gastrico da parte delle ghiandole annesse. Nel succo gastrico, oltre all'acido cloridrico, vengono secreti anche due enzimi: il pepsinogeno e la lipasi gastrica. Il pepsinogeno viene attivato dall'acido cloridrico, che lo trasforma in pepsina, la quale agisce in condizioni ottimali di pH basso (Bortolami, et al., 2012). Questo enzima agisce sulla digestione delle proteine (Davies, 2014), che permangono però per poco tempo nello stomaco, se non si presta attenzione alla corretta

somministrazione dei concentrati. Per questa ragione il frazionamento della razione giornaliera in più pasti è consigliato, in quanto permette ai concentrati, contenenti le proteine, di subire la digestione gastrica, regolarizzando inoltre il flusso duodenale e la digestione enzimatica nell'intestino tenue (Wolter, 1993). La lipasi gastrica invece è presente in piccole quantità. La sua funzione non è ben nota, ma si presuppone che, come negli esseri umani, serva alla digestione dei grassi, riducendoli in acidi grassi e glicerolo (Davies, 2014, Merritt & Julliand, 2013). Ha il suo optimum tra pH 6 e 4, ma resta attiva fino a condizioni di pH 1,5 (Moreau, et al., 1988). Nei puledri troviamo inoltre anche l'enzima rennina, o chimosina, che provoca la precipitazione della caseina, facilitando la digestione del latte (Miraglia & Catalano, 1987).

Infine, ci sono ancora due componenti del succo gastrico: il muco e gli ioni bicarbonato che vengono secreti nella parte fundica dello stomaco. Essi restano prossimi alla mucosa per formare una difesa contro la distruzione della parete da parte dell'acido gastrico (Flemström & Isenberg, 2001).

L'azione fermentativa viene svolta dalla microflora batterica presente nello stomaco. Essa è costituita da lactobacilli e streptococchi (Alexander & Davies, 1963); difatti l'ambiente gastrico è favorevole alla crescita dei batteri, che avviene in tutte le zone dello stomaco. La maggior parte di essi si trova nel *saccus caecus*, ma ne troviamo anche nella parte fundica, dove producono acidi grassi volatili e acido lattico, i quali in seguito verranno assorbiti rispettivamente nel grosso intestino e nell'intestino tenue (Davies, 2014; Miraglia & Catalano, 1987). Come precisa Varloud, in condizioni di stomaco vuoto la potenziale combinazione tra un pH basso e la presenza di acidi grassi volatili, dovuti alle fermentazioni della flora microbica presente nella parte ghiandolare dello stomaco, diventano una potenziale minaccia per l'integrità della mucosa nella parte ghiandolare, che è quindi ulteriormente soggetta a ulcere (Varloud, et al., 2007).

Nonostante la presenza della flora microbica, nello stomaco la digestione della fibra (cellulosa e emicellulosa) è molto limitata, poiché le fermentazioni produrrebbero l'emissione di gas, che in grandi quantità nello stomaco, provocherebbero forti dolori addominali, siccome il cavallo a differenza dei ruminanti, non ha la possibilità di eruttare (Davies, 2014). Al contrario, secondo Merritt e Julliand, nello stomaco c'è una particolare attività dei batteri amilolitici, presenti in grande proporzione, sulla digestione dell'amido che viene degradato in lattato (Merritt & Julliand, 2013). La possibile utilizzazione di urea da

parte dei batteri presenti nello stomaco porta l'attenzione sull'utilizzo di troppi cereali, che, contenendo glucidi fermentescibili, possono provocare la liberazione di gas, acido lattico e acidi grassi volatili (Wolter, 1993) che, come già detto, possono portare a conseguenze negative per la salute del cavallo.

Dopo i processi subiti nello stomaco, il chimo procede attraverso il piloro verso l'intestino tenue. Nella mucosa sono presenti i villi intestinali, circondati da un gruppo di cripte. Durante la maturazione delle cellule, in queste ultime si sviluppano ulteriori piccole proiezioni, i microvilli (Merritt & Julliand, 2013). Essi aumentano la superficie di contatto e perciò facilitano l'assorbimento (Miraglia & Catalano, 1987), che nell'intestino tenue non è uniforme, ma appare massimo nella zona prossimale del digiuno (Singer, 1998).

Quando il chimo arriva all'intestino tenue, ha un pH intorno ai 2,5-3,5 (Merritt & Julliand, 2013).

La progressione del chimo attraverso l'intestino tenue è abbastanza rapida. I movimenti che la consentono sono possibili grazie a fasci muscolari e nervosi nella parete dell'intestino che provocano delle contrazioni (Miraglia & Catalano, 1987). In uno studio di Argenzio, il 50% del contenuto presente nello stomaco è stato trovato nell'ileo distale dopo 1 ora, mentre dopo 90 minuti il 25% era nel cieco (Argenzio, 1974a citato in Merritt & Julliand, 2013). In generale però, più larghe sono le particelle di alimento, più il transito sarà lento (Drogoul, et al., 2000). Ci sono dunque molti fattori, tra cui la composizione e la quantità dei pasti, la dimensione delle particelle e il tempo trascorso tra i pasti, che influenzano la velocità di spostamento attraverso il canale alimentare (Merritt & Julliand, 2013).

I processi digestivi sono consentiti dalla secrezione di fluidi nell'intestino tenue, provenienti dalle due ghiandole principali annesse: il fegato e il pancreas (Miraglia & Catalano, 1987). Il fegato è la ghiandola più grossa presente nel sistema digerente ed è caratterizzato da una complessa rete capillare che permette di utilizzare i nutrienti assorbiti e di produrre la bile, attraverso la quale cattura i cataboliti provenienti dall'intestino, svolgendo quindi anche un'azione disintossicante (Miraglia & Catalano, 1987). “Il sistema di deflusso è costituito dalle vene centrolobulari, che, riunendosi in vene di calibro maggiore, confluiscono nella vena cava caudale; una rete di capillari biliari si riunisce progressivamente in canali più grandi fino a confluire in un unico condotto, il dotto epatico o coledoco, che sfocia nell'ampolla duodenale (Ampolla di Vater).” (Miraglia & Catalano, 1987).

Il flusso di bile viene secreto ad una velocità di circa $18,6 \pm 1,7 \mu\text{l/kg-min}$ (Gronwall et al., 1975 citato in Merritt & Julliand, 2013). Si suppone che questo sia il valore reale della secrezione di bile, siccome nel cavallo non è presente la cistifellea (Merritt & Julliand, 2013).

Il pancreas, come già accennato nella parte di anatomia, è una ghiandola che esplica due funzioni, quella esocrina e quella endocrina, che producono rispettivamente i succhi pancreatici e gli ormoni.

I fluidi necessari alla digestione nell'intestino tenue sono i succhi intestinali, il succo pancreatico e la bile.

I succhi intestinali (5-7 litri/die, Wolter, 1993) sono composti di due parti provenienti da differenti regioni: il succo duodenale e il succo enterico propriamente detto. Il succo duodenale proviene dal duodeno ed ha un pH elevato, attorno agli 8,2-9. Questo consente quindi di neutralizzare l'acidità del succo gastrico (Miraglia & Catalano, 1987). Inoltre, esso presenta molti enzimi amilolitici. Il succo enterico propriamente detto invece proviene dall'ileo-digiuno, ha un pH tra 7,2 e 8,6 ed è costituito da enzimi e da componenti inorganici, tra cui il bicarbonato (Miraglia & Catalano, 1987). Esso è molto importante e viene secreto in due regioni: nel duodeno, attraverso le ghiandole di Brunner's, con la funzione di proteggere la mucosa duodenale dagli acidi provenienti dallo stomaco (Pfeiffer e Dabareiner, 1992, citato in Merritt & Julliand, 2013), e nell'ileo distale, per aiutare a stabilire un ambiente ideale alla sopravvivenza della microflora ciecale (Argenzio e Stevens, 1975, citato in Merritt & Julliand, 2013).

Il succo pancreatico (7 litri/die, Wolter, 1993) ha un pH compreso tra 7,1 e 8,4. Esso contiene componenti inorganici, come il bicarbonato, che ha capacità tamponante per gli acidi provenienti dallo stomaco, ed enzimi, tra cui proteasi, lipasi e amilasi (Miraglia & Catalano, 1987).

Infine, la bile è costituita anch'essa da componenti inorganici e da componenti organici, quali gli acidi biliari, i pigmenti biliari, colesteroli e saponi (Miraglia & Catalano, 1987). Al giorno vengono prodotti circa 5 litri di bile (Wolter, 1993).

La secrezione dei fluidi biliari e pancreatici è continua ed è stimolata soprattutto al momento dei pasti; di conseguenza si può supporre che la durata del pasto può influire positivamente sulla digestione (Wolter, 1993). A causa della posizione dell'ampolla duodenale, molto prossima al piloro, capita spesso che la bile e i succhi pancreatici abbiano un riflusso verso

lo stomaco, soprattutto quando quest'ultimo è vuoto, perché lo sfintere resta aperto nell'intervallo tra le contrazioni. Questa può essere considerata una fonte di bicarbonato, avente quindi leggero potere tamponante (Kitchen, et al., 2000).

L'intestino è la regione dove avviene gran parte della digestione enzimatica. Gli enzimi pancreatici e intestinali agiscono idrolizzando i carboidrati, le proteine e, lavorando insieme ai sali biliari, i grassi presenti nella dieta (Merritt & Julliand, 2013).

L'amilasi pancreatica agisce sulla degradazione dell'amido. I livelli di amilasi pancreatica riscontrati nei cavalli sono bassi rispetto agli altri animali (Kamphues 1987, Kienzle 1988, citati in Kienzle, et al., 1994) e questo riflette la bassa capacità di digestione dell'amido nell'intestino tenue (Kienzle et al., 1992, citato in Kienzle, et al., 1994). In compenso nei cavalli si riscontra invece un'alta capacità di degradare gli zuccheri da parte della maltasi intestinale e della saccarasi (Kienzle & Radicke, 1993). Questi dati non sono particolarmente sorprendenti, siccome l'amido proveniente in particolare dai cereali non rientrerebbe in grandi dosi nella dieta naturale del cavallo, mentre invece i pascoli sono una fonte ricca di zuccheri (Kienzle & Radicke, 1993).

Uno studio di Lorenzo-Figueras ha sorprendentemente rivelato che l'enzima principale che si trova nei tessuti pancreatici è la lipasi (Lorenzo-Figueras, et al., 2007). Nell'umano questo enzima serve alla digestione dei grassi (Merritt & Julliand, 2013). La lipasi pancreatica, come quella gastrica, necessita di un emulsionante del substrato per poter compiere la sua azione ottimale, ovvero i sali biliari (Merritt & Julliand, 2013). La solubilizzazione tramite le micelle permette ai prodotti della lipolisi, che senza la presenza dei sali biliari sarebbero poco solubili in soluzioni acquose, di spostarsi e venir assorbiti dagli enterociti (Lengsfeld, et al., 2004).

La maggiore attività di digestione delle proteine e di assorbimento degli amminoacidi è stata riscontrata nell'ileo (Kern, et al., 1974), ma riguardo agli enzimi implicati ci sono ancora poche informazioni. In numerose specie è stata riscontrata l'attivazione del tripsinogeno in tripsina da parte delle enterochinasi presenti nella superficie coperta da microvilli dell'intestino tenue. La tripsina è l'enzima che permette l'idrolizzazione delle proteine (Merritt & Julliand, 2013).

L'ambiente presente nel piccolo intestino è molto favorevole alla sopravvivenza sia di microflora facoltativa anaerobica sia strettamente aerobica (Merritt & Julliand, 2013). Questo è consentito grazie al pH relativamente alto tipico dell'intestino tenue, che dipende

probabilmente dalla secrezione di bicarbonato proveniente da pancreas, duodeno e ileo (Alexander e Hickson, 1970, citato in Merritt & Julliand, 2013).

Gli unici microorganismi presenti nell'intestino tenue sono i batteri (Merritt & Julliand, 2013). Nonostante sia stata rilevata la presenza di specie cellulolitiche nell'intestino tenue, la concentrazione è molto poco rilevante (Kern, et al., 1974). Invece lactobacilli, streptococchi e batteri utilizzando lattosio, costituiscono la maggior parte della flora microbica riscontrata e sono implicati nella digestione dell'amido e di altri carboidrati fermentescibili (De Fombelle, et al., 2003). Rispetto allo stomaco, la popolazione di lactobacilli è diminuita, mentre è aumentata quella di streptococchi, probabilmente a causa dell'incremento del pH (De Fombelle, et al., 2003).

L'intestino crasso dei cavalli costituisce il tratto posteriore dell'apparato digerente (*hindgut*).

Esso si è evoluto per digerire e assorbire le componenti delle piante che vengono assunte con la dieta e non possono essere digerite nell'intestino tenue (Merritt & Julliand, 2013). I processi enzimatici iniziati nell'intestino tenue possono terminare la loro azione, ma la parte enzimatica della digestione nell'intestino crasso non è significativa, rispetto all'attività microbica (Wolter, 1993; Merritt & Julliand, 2013). Nel cieco e nel grosso colon sono presenti all'incirca $5-7 \times 10^9$ germi per g di contenuto digestivo. La popolazione predominante è costituita da batteri (Daly & Shirazi-Beechey, 2003). Le condizioni ambientali nell'intestino crasso sono infatti favorevoli alla sopravvivenza di microorganismi strettamente anaerobi, essendoci un pH attorno ai 6,8 (Wolter, et al., 2014), una temperatura costante e adeguata, un'alta percentuale di acqua e un ottimo rimescolamento (Merritt & Julliand, 2013). Il valore del pH è determinato dalla dieta; in caso di assunzione di molti concentrati, esso subisce un drastico calo (Merritt & Julliand, 2013).

Un dato interessante è stato riscontrato in uno studio di Medina. La densità della microflora presente nel colon ventrale tende ad essere maggiore rispetto a quella nel cieco (Medina, et al., 2002) e la media della concentrazione totale di anaerobi presenti è più bassa nel cieco, rispetto al resto del tratto digerente posteriore (De Fombelle, et al., 2003). Inoltre, è stato stabilito che la flora del cieco e quella del colon ventrale destro sono correlate alla composizione della dieta assunta dall'animale e, in particolare, sono influenzate dal rapporto NDF/amido (Julliand, et al., 2001; Medina, et al., 2002).

Il cavallo dovrebbe avere una dieta principalmente composta da fibre. La digestione della cellulosa e degli altri materiali che compongono le piante è essenziale per questo animale.

Nonostante i batteri che attuano la degradazione delle fibre svolgano un ruolo importante nella nutrizione del cavallo (Merritt & Julliand, 2013), essi rappresentano solo una piccola percentuale dell'ammontare totale degli anaerobi (Julliand, et al., 1999).

Sono inoltre presenti batteri amilolitici e glicolitici, tra cui streptococchi e lactobacilli, batteri utilizzanti lattosio e batteri proteolitici (Mackie & Wilkins, 1988).

La microflora è avvantaggiata dalle condizioni favorevoli che si creano nel grosso intestino del cavallo, in particolare per le seguenti caratteristiche. Le anse presenti in questa parte aiutano a rallentare il transito del contenuto gastrointestinale; infatti esso permane i 2/3 del tempo totale, corrispondenti a circa 36 ore, nell'intestino crasso. È importante sottolineare come una razione a base di concentrati riduca il tempo di transito, mentre i foraggi fibrosi lo aumentano, perché subiscono un attacco più lungo (Miraglia & Catalano, 1987; Wolter, 1993). In seguito, il pH tra 6,8 e 7 (Wolter, et al., 2014), l'anaerobiosi, la temperatura e altre caratteristiche fisiche rendono ottimale l'ambiente e inoltre la microflora ha a disposizione substrato abbondante, ricco ed equilibrato (Wolter, 1993).

La microflora nel cavallo può essere quindi paragonata a quella del ruminante, ma è limitata e, di conseguenza, ha un'efficacia minore a causa dello spazio ristretto di fermentazione e della velocità di transito che, seppur rallentata, è comunque superiore a quella dei ruminanti. Si ritiene anche importante la localizzazione del cieco dopo l'intestino tenue (Wolter, 1993).

Nell'intestino crasso del cavallo avvengono tre principali processi fermentativi: la degradazione dei glucidi di membrana, la riconversione delle sostanze azotate e l'elaborazione delle vitamine del complesso B.

I glucidi di membrana sono rappresentati da cellulosa, emicellulosa e sostanze amilacee. Essi vengono degradati da parte dei microrganismi presenti nel cieco in acidi grassi volatili (AGV). I principali AGV prodotti sono acido acetico (70-75%), acido propionico (18-23%) e acido butirrico (5-7%), mentre gli acidi isobutirrico, valerico e isovalerico rappresentano soltanto l'1-2% del totale (Wolter, et al., 2014). La concentrazione di AGV presente nell'intestino crasso dipende dalla quantità di substrato disponibile e dal suo equilibrio. Secondo Wolter et al. è bassa durante il digiuno, viene stimolata con l'alimentazione continua, aumenta dopo il pasto e raggiunge il massimo dopo 6 ore (Wolter, et al., 1978). Inoltre, è influenzata dalla dieta: per esempio, l'aumento dei concentrati favorisce la produzione di acido propionico a sfavore di quello acetico (Wolter, 1993).

Un altro fattore importante che va ad agire sulla degradazione dei glucidi di membrana è il pH del contenuto intestinale. Il pH deve restare intorno al suo valore medio per questo tratto, 6,8-7 (Wolter, et al., 2014), per evitare che valori più alti favoriscano anomalie fermentative a carico delle proteine e valori più bassi diano origine alla fermentazione lattica, con conseguente produzione di acido lattico che si accumula e crea una situazione di acidosi digestiva (Miraglia & Catalano, 1987). La composizione della dieta è dunque importante non solo per regolare la percentuale degli AGV prodotti, bensì anche per mantenere il pH costante e quindi un giusto equilibrio nell'ambiente intestinale. Un eccesso proteico può portare ad anomalie fermentative intestinali, mentre un eccesso amilaceo può causare una riduzione del pH e un conseguente aumento di acidità (Miraglia & Catalano, 1987). Infine, è importante anche la quantità di fibre presente nella razione, siccome un eccesso di queste ultime riduce la digeribilità e può portare fino a ostruzioni intestinali, che a loro volta possono causare delle coliche da stasi. La carenza di fibra, invece, provoca un aumento di fermentescibilità a causa della stasi tra le anse, con liberazione di gas e ammine tossiche che possono a loro volta provocare intossicazioni o coliche, oltre a dismicrobismi intestinali (Miraglia & Catalano, 1987; Wolter, 1993).

L'intestino tenue è il luogo principale dove avviene la digestione delle sostanze azotate, ma comunque un 30% di esse arriva all'intestino crasso. I microrganismi presenti attaccano le sostanze azotate per ridurle in amminoacidi e ammoniaca, con i quali andranno a costruire le proteine di origine batterica, ad alto valore biologico. Grazie a questa proteosintesi si forma un riciclo di azoto, che viene poi utilizzato dal cavallo, dopo l'autolisi batterica (Miraglia & Catalano, 1987; Wolter, 1993). Questa quantità non è però sufficiente a garantire un autoapprovvigionamento grazie ai batteri (Wolter, et al., 2014). L'idrolisi proteica è minore rispetto a quella che avviene nell'intestino tenue. Dopo di essa gli amminoacidi subiscono una forte deaminazione e quindi l'azoto che viene riassorbito è in gran parte sotto forma di ammoniaca. Per questo fattore si comprende come mai spesso i cavalli sono carenti in amminoacidi indispensabili (Wolter, 1993).

L'urea viene rapidamente degradata prima di raggiungere l'intestino crasso: viene idrolizzata e ri-sintetizzata dal fegato, ma una piccola parte si diffonde attraverso il sangue nell'intestino (Wolter, et al., 2014). Solamente la metà di questa quantità va perduta attraverso le feci, perché la microflora utilizza questa fonte non proteica per svolgere la proteosintesi e diventa quindi un ulteriore apporto di azoto (Wolter, 1993). Nel puledro

l'utilizzazione di urea è minore sia perché ha maggior bisogno di amminoacidi essenziali sia perché la flora microbica non è abbastanza sviluppata (Miraglia & Catalano, 1987).

La terza funzione dell'intestino crasso è l'elaborazione delle vitamine del gruppo B. Vengono prodotte in grandi quantità, ma solo il 24% viene utilizzato dall'organismo. In condizioni di alimentazione corretta questa quantità è sufficiente per soddisfare i fabbisogni. La sintesi è influenzata dalla dieta: se è squilibrata può dare luogo ad una carenza di vitamine (Miraglia & Catalano, 1987; Wolter, et al., 2014).

Nel piccolo colon viene riassorbita l'acqua e assorbiti i sali minerali in maggior quantità (Ellis & Hill, 2005).

Come abbiamo potuto vedere, l'apparato digerente del cavallo presenta una digestione enzimatica tipica dei monogastrici, che gli permette di ottenere un miglior rendimento dalle proteine di qualità, dai glucidi facilmente digeribili, dalle sostanze grasse e dalle vitamine. Ma accanto ad essa presenta anche una digestione microbica di tipo poligastrico, che gli permette di sfruttare gli alimenti cellulosici e l'azoto riciclato dai batteri. È però necessario provvedere a un'alimentazione ricca in amminoacidi essenziali e prestare attenzione ai fabbisogni in termini di vitamine (Wolter, 1993).

2.2.1 Molecole biologiche: come e dove avviene la digestione e l'assorbimento

I carboidrati sono la principale fonte energetica per il cavallo (Davies, 2014). Essi sono composti da monosaccaridi, o zuccheri semplici, come il glucosio, il fruttosio, il galattosio e lo xilosio. Ci sono due grandi gruppi di carboidrati che differiscono per i legami tra le molecole degli zuccheri e per il modo in cui vengono degradati. Se tra le molecole si stabiliscono dei legami glicosidici di tipo α -1,4, si forma il polisaccaride amido. Esso va a costituire gli zuccheri non-strutturali, solubili della pianta che vengono anche definiti estrattivi inazotati. Se invece tra le molecole si formano dei legami di tipo β -1,4, si parla di polisaccaridi strutturali, o fibra insolubile, come la cellulosa. Essa serve a rafforzare la struttura della parete della cellula, mentre la matrice è costituita da un polisaccaride di sostegno, l'emicellulosa (Lewis, 1998).

Per essere assorbiti i carboidrati devono venir scissi in monosaccaridi, siccome sono gli unici che vengono assorbiti dall'intestino. Essi vengono idrolizzati dagli enzimi prodotti nell'intestino, tra cui α -amilasi, α -glucosidasi (saccarasi, glucoamilasi, maltasi) e β -galattosidasi (lattasi) (Hoffman, 2013). L'amido con i legami α -1,4 viene idrolizzato

principalmente dall' α -amilasi: questo enzima è secreto principalmente dal pancreas, da cui viene riversato, assieme ai succhi pancreatici, nell'intestino tenue. In seguito, viene scisso in maltosio e assieme a saccarosio e lattosio, viene scisso tramite la saccarasi nei monosaccaridi di cui è composto, maltasi e lattasi. L'attività della saccarasi è maggiore nel tratto prossimale dell'intestino tenue, mentre quella della maltasi è uguale a tutti i livelli (Dyer, et al., 2002). Inoltre, Dyer et al. hanno dimostrato che anche nei cavalli adulti l'enzima lattasi non scompare del tutto. Nonostante rispetto ai puledri diminuisca di intensità, questo enzima è comunque presente e ciò suggerisce una possibile digestione di lattosio da parte di un cavallo maturo (Dyer, et al., 2002).

Le fibre, caratterizzate dai legami di tipo β -1,4, invece non subiscono l'idrolisi da parte degli enzimi, ma vengono degradati dai microrganismi presenti nell'apparato digerente dei cavalli, soprattutto in cieco e colon. Questi polisaccaridi comprendono la fibra strutturale insolubile (emicellulosa e cellulosa) e la fibra solubile (pectine, mucine, resine, ecc.). Inoltre può capitare che l'amido abbia subito un forte trattamento termico e quindi non riesca a venir idrolizzato. La lignina invece non è digeribile né tramite idrolisi né tramite fermentazione (Lewis, 1998).

Come già spiegato nel capitolo inerente alla fisiologia, le fermentazioni ad opera dei batteri producono acidi grassi volatili.

I monosaccaridi vengono assorbiti dagli enterociti e utilizzati come fonte energetica; al contrario, se non vengono direttamente utilizzati, sono stoccati come glicogeno (Lewis, 1998). Il maggior sito di assorbimento del glucosio è il duodeno, seguito poi dal digiuno e dall'ileo (Dyer, et al., 2002). Il glucosio proveniente dall'amido viene metabolizzato più velocemente rispetto a quello proveniente dalle fibre ed è utilizzato per produrre ATP per la contrazione muscolare (Hoffman, 2013). Gli acidi grassi volatili invece vengono assorbiti dalla mucosa del cieco e del colon e, attraverso il sistema venoso portale, arrivano al fegato, dove l'acido propionico viene trasformato in glucosio. Gli acidi acetico e butirrico vengono invece utilizzati per sintetizzare il grasso e come fonte aerobica di energia (Davies, 2014). Gli AGV coprono il 30-70% del fabbisogno in energia (Lewis, 1998).

I lipidi sono dei trigliceridi composti da glicerolo e da tre molecole di acidi grassi a lunga catena, la cui lunghezza può variare da 2 a 28 carboni (Lewis, 1998; Warren & Vineyard, 2013). Essi sono solubili in solventi organici, a differenza degli altri costituenti delle piante che sono solubili in acqua (Lewis, 1998).

La digestione dei grassi nei cavalli avviene in tre fasi. La prima consiste nella rottura meccanica delle grandi gocce di grasso in piccole particelle disperse e emulsionate. Questa fase comincia nella cavità orale con la masticazione e continua nello stomaco grazie al rimescolamento fisico. Il risultato di questi processi è l'emulsione dei grassi, in modo da avere un'area maggiore disponibile per l'attacco degli enzimi e dei sali biliari nell'intestino tenue (Warren & Vineyard, 2013).

La seconda fase è l'idrolisi enzimatica dei lipidi. Essa comincia nello stomaco grazie alla lipasi gastrica secreta dalle cellule fundiche della mucosa (Warren & Vineyard, 2013).

La terza fase consiste nella conversione dei prodotti della lipolisi, insolubili in acqua, nella forma solubile che potrà in seguito venire assorbita. I grassi emulsionati entrano nell'intestino tenue, dove vengono neutralizzati e modificati, mischiandosi con la bile e i succhi pancreatici. Questi ultimi contengono il bicarbonato che permette la neutralizzazione e gli enzimi che separano gli acidi grassi dai trigliceridi, dai fosfolipidi e dagli esteri di colesterolo. La lipasi pancreatica agisce sugli acidi grassi esteri dei trigliceridi, creando un monogliceride e due NEFA (acidi grassi non esterificati). Questo enzima è aiutato dall'azione dei sali biliari, che aumentano l'area della superficie di interfaccia olio-acqua, permettendo alla lipasi pancreatica acqua-solubile di agire. I prodotti dell'idrolisi dei lipidi si assemblano quindi in micelle, che rilasceranno poi i NEFA e i monogliceridi nella mucosa dei microvilli dell'intestino tenue. Una volta raggiunti gli enterociti, gli acidi grassi entreranno nel reticolo endoplasmatico, dove saranno ri-esterificati per formare trigliceridi e fosfolipidi. Per essere esportati nella circolazione i lipidi prodotti verranno assemblati ancora in micelle. "Infine, le lipoproteine ricche di trigliceridi si fonderanno con la membrana basolaterale degli enterociti e saranno secreti nello spazio extracellulare mediante esocitosi" (Warren & Vineyard, 2013).

L'assorbimento dei grassi ha luogo soprattutto nella parte distale del duodeno e nel digiuno, ma se una piccola quantità non viene digerita e assorbita qui, passerà nell'intestino crasso (Warren & Vineyard, 2013).

I lipidi assunti con la dieta vengono utilizzati dal cavallo principalmente come fonte energetica, in quanto forniscono all'incirca 2,5 volte l'energia che deriva da carboidrati o proteine (Lewis, 1998).

Per il benessere del cavallo i grassi e gli oli sono necessari ad assorbire le vitamine liposolubili (A,D,E,K) e come fonte di acidi grassi insaturi, come per esempio l'acido

linoleico (Lewis, 1998). Quest'ultimo fa parte degli acidi grassi essenziali, che devono essere assunti con la dieta, siccome non sono sintetizzabili dal cavallo. Essi sono divisi in due categorie: gli omega-3 e gli omega-6 (Davies, 2014).

Le proteine sono molecole organiche costituite da una serie di 22 amminoacidi uniti da un legame peptidico (Davies, 2014; Lewis, 1998; Urschel & Lawrence, 2013). Esse sono differenziate dal tipo e dalla composizione degli amminoacidi. Questi ultimi sono composti da atomi di carbonio, ossigeno, idrogeno, come le altre molecole biologiche, ma contengono anche azoto e talvolta zolfo (Lewis, 1998). I cavalli, come gli altri mammiferi, non sono in grado di sintetizzare una parte di amminoacidi, che invece sono necessari per la sintesi delle proteine corporee, per cui sono detti *essenziali* e devono essere assunti tramite la dieta e assorbiti dalla parete intestinale. Gli amminoacidi che invece possono essere sintetizzati dall'organismo sono detti *non essenziali* (Lewis, 1998; Urschel & Lawrence, 2013). Inoltre, le proteine costituite per la maggior parte da amminoacidi essenziali sono chiamate *proteine di alta qualità*, mentre quelle con in prevalenza amminoacidi non essenziali sono *proteine di bassa qualità* (Lewis, 1998).

Per venire digerite le proteine devono essere scisse in singoli amminoacidi e piccoli peptidi. Ciò avviene idrolizzando il legame peptidico. La digestione delle proteine comincia dunque nello stomaco mediante la secrezione di acido cloridrico e dell'enzima inattivo pepsinogeno (Davies, 2014; Urschel & Lawrence, 2013). L'acido cloridrico ha la duplice funzione di rendere più accessibile il legame peptidico agli enzimi e di attivare il pepsinogeno, trasformandolo in pepsina. Questo enzima idrolizza il legame peptidico creando delle piccole catene (Urschel & Lawrence, 2013).

La digestione continua poi nell'intestino tenue grazie agli enzimi proteolitici secreti dal pancreas – tra cui il tripsinogeno, che viene attivato in tripsina – e riversati nel duodeno, e alle proteasi associate agli enterociti. I prodotti finali di questi processi sono gli amminoacidi liberi e dei piccoli oligopeptidi che saranno a loro volta scissi in amminoacidi liberi pronti per essere assorbiti dagli enterociti (Urschel & Lawrence, 2013).

Come già spiegato nel capitolo della fisiologia, una parte di proteine viene degradata nell'intestino crasso, grazie alla microflora presente in esso. I batteri proteolitici attaccano le sostanze azotate riducendole in amminoacidi e ammoniaca, con cui in seguito, grazie alla proteosintesi, produrranno delle proteine ad alto valore biologico. Dopo l'autolisi batterica il cavallo sarà in grado di utilizzarle come fonte di azoto (Miraglia & Catalano, 1987). Com'è

stato dimostrato in uno studio di Maczulak, una piccola parte dei batteri presenti nel cieco del cavallo è anche in grado di utilizzare l'urea (Maczulak, et al., 1985) e quindi la parte di essa che riesce ad arrivare al cieco prima di venir degradata è un'ulteriore, seppur ridotta, fonte di azoto (Wolter, 1993).

L'assorbimento delle proteine avviene nel lume intestinale grazie a specifiche proteine trasporto a cui gli amminoacidi possono legarsi, per venir trasportati attraverso le membrane degli enterociti (Urschel & Lawrence, 2013).

3 COMPORTAMENTO ALIMENTARE – SGUARDO GENERALE

Il cavallo è un animale erbivoro monogastrico; infatti allo stato naturale si nutre prevalentemente di fibre, passando all'incirca 12-18 ore a brucare (Boyd, et al., 1988; Salter & Hudson, 1979 citati in Burla, et al., 2016). Il suo apparato digerente si è adattato ad una dieta con alimenti ricchi di fibre, principalmente erba e altre piante, e quando disponibili anche alcuni cereali selvatici contenenti amido (Harris, 1999a). In natura però questi ultimi sono difficilmente reperibili e il cavallo si è quindi evoluto per sopravvivere con pochi alimenti ricchi in amido, i quali svolgono dunque un ruolo minore nella sua alimentazione (Ellis & Hill, 2005).

Durante i millenni di continua evoluzione il cavallo è sempre stato una preda e quindi ha dovuto confrontarsi in maniera ricorrente con veloci predatori, per questa ragione ha sviluppato uno stomaco poco voluminoso (Harris, 1999a) e capace di svuotarsi rapidamente per permettergli di alleggerirsi, così da riuscire a fuggire più velocemente. A differenza dei ruminanti, la sensazione di sazietà non si manifesta per regolazione volumetrica, bensì, a corto termine, attraverso stimoli pregastrici orofaringei, quali per esempio la masticazione (Meyer & Coenen, 2014); la durata di questa sensazione è invece controllata dalla regolazione gastrointestinale, metabolica e ambientale (Elia, et al., 2010; Ralston, 1984). Dunque, il tempo passato a mangiare influenza l'assunzione volontaria di cibo e, se ridotto, farà percepire prima la fame, anche se la quantità di alimento fornita al cavallo è corretta per i suoi fabbisogni. La masticazione favorisce anche la produzione di saliva e, di conseguenza, una migliore digestione (Pirkerlmann et al., 2008, citato in Benz, et al., 2014). Secondo Ellis, tutti gli alimenti vengono masticati ad una velocità di approssimativamente 60-75 atti al minuto. Si può concludere che la velocità di assunzione cambia in base alle proprietà, essendo intorno alle 3000-3500 atti/kg per il fieno e tra gli 832 atti/kg (avena) e 1383 atti/kg (concentrati misti) per i concentrati, mentre invece la velocità di masticazione e il ritmo restano invariati (Ellis 2003a, Meyer et al., 1975, citati in Ellis & Hill, 2005).

Inoltre, il cavallo non ha la capacità di regolare la sua dieta in base ai bisogni di nutrienti, salvo per il sale che permette una consumazione autoregolata, di conseguenza l'assunzione volontaria di cibo è influenzata da gusto, struttura e odore degli alimenti (Ralston, 1984). La quantità di cibo assunta durante la giornata cambia in base alla stagione. In inverno, quando i giorni sono più corti e le ore di luce minori, l'assunzione di cibo diminuisce, mentre d'estate, quando il fotoperiodo si allunga, anche l'appetito aumenta (Fuller, et al., 2001).

Secondo lo studio di Moen del 1978, nei cervi selvatici la volontaria diminuzione nell'assunzione di cibo durante l'inverno è una strategia adattativa per conservare l'energia (Moen, 1978). Secondo Fuller et al. l'adattamento al fotoperiodo dei cavalli ha permesso di sviluppare una strategia simile (Fuller, et al., 2001).

Inoltre, l'elevata assunzione volontaria presente nei cavalli può essere messa in relazione con la mancanza di elaborati meccanismi di ritenzione e riciclo di ingesta, presenti invece nei ruminanti. Questa assunzione consente infatti ai non ruminanti di mantenere elevata l'assimilazione di nutrienti (van Wieren 1996, citato in Ellis & Hill, 2005).

Comunque, per quanto riguarda la regolazione dell'assunzione volontaria, restano ancora molte domande in sospeso.

Secondo Ralston et al., il cavallo che ha a disposizione il foraggio ad libitum mangia l'80% della razione in circa 10 pasti e non digiuna volontariamente mai più di 3 ore (Ralston, et al., 1979). Il numero preciso dei pasti dipende molto dall'individuo, ma in generale ognuno compie due grandi pasti principali, in cui mangiano circa il 40% della razione, nelle ore diurne. Questi pasti possono essere ridotti o suddivisi in piccole parti se il cavallo è disturbato (Doreau, et al., 1978). Considerando i due pasti principali, l'attività è maggiore durante il giorno rispetto alla notte (Ralston, et al., 1979), ma nell'intero arco giornaliero i cavalli compiono anche piccoli pasti distribuiti in egual modo sulle 24 ore. La durata dell'ingestione notturna rappresenta comunque una parte importante dell'assunzione giornaliera, costituendone all'incirca il 33%, ma variando a seconda delle quantità ingerite (Doreau, et al., 1978).

Questi dati cambiano notevolmente se si considerano individui che hanno a disposizione il foraggio in maniera razionata. Il numero di pasti scende ad una media di 7,5 al giorno e i grandi pasti principali rappresentano il 70% dell'ingestione giornaliera, portando ad un calo della frequenza di quelli piccoli distribuiti sull'arco della giornata. Ne consegue che l'attività alimentare viene concentrata nelle ore diurne, mentre in quelle notturne, specialmente nella seconda parte della notte, l'ingestione viene notevolmente ridotta (Doreau, et al., 1978). La suddivisione in piccoli pasti è correlata anche al volume ridotto dello stomaco del cavallo.

Mentre pascolano, i cavalli strappano un morso d'erba e poi continuano a camminare, ignorando aree che non presentano interesse, finché non giungono a zone d'erba che prediligono. Questa abitudine favorisce il continuo movimento lungo tutto l'arco della giornata (Ralston, 1984).

4 PATOLOGIE COMPORTAMENTALI E GASTROINTESTINALI LEGATE ALL'ALIMENTAZIONE

Il cambiamento avvenuto nelle abitudini alimentari del cavallo ha portato allo sviluppo di diverse patologie e condizioni metaboliche legate proprio all'alimentazione. In questo capitolo verranno presi in considerazione alcuni dei disturbi gastrointestinali e comportamentali più frequentemente collegati alla gestione della somministrazione del foraggio, e verrà fatto un breve accenno all'obesità, fenomeno in rapida espansione.

4.1 *Stereotipie*

Alcune patologie comportamentali sono conosciute come stereotipie. Queste sono comportamenti ripetitivi e invariati che, apparentemente, non hanno un obiettivo (Mason, 1991). Vengono riscontrate in molte razze equine, in differenti discipline equestri e a tutte le età. Nei puledri si manifestano a partire dalle 8 settimane di vita, con un incremento con l'aumentare dell'età (Marsden, 2002). Raramente sono state osservate nei cavalli selvatici (Cooper & Albentosa, 2005).

Secondo Cooper e Albentosa il cavallo, durante la sua evoluzione da animale selvatico, pascolatore e abituato a fuggire dai predatori, ad animale domestico tenuto in box, ha dovuto adeguare i suoi comportamenti al nuovo stile di vita, ormai privo delle sfide della natura. Questo adattamento però può portare a sviluppare delle risposte comportamentali mai viste in natura e difficilmente interpretabili, siccome resta il bisogno psicologico di far fronte ai fattori ambientali, nonostante non sia più biologicamente necessario. Questi comportamenti sarebbero quindi un tentativo di adattamento alle nuove condizioni di vita imposte dalla stabulazione (Cooper & Albentosa, 2005). In ogni caso essi vengono identificati come indicatori di carente benessere dell'animale e non devono essere trascurati, in quanto i problemi di tipo psicologico sono i primi a comparire (Sarrafchi & Blokhuis, 2013). Non si sa ancora se essi rappresentino la condizione attuale o se siano legati ad una situazione precedente, visto che diventano un'abitudine e, come dimostrato da Mason, sono difficili da eliminare (Mason & Latham, 2004).

La vera eziologia delle stereotipie non è ancora stata scoperta, ma le teorie alla base del loro sviluppo sono molteplici. L'idea proposta dalla maggior parte degli studiosi di questi problemi individua come cause principali la gestione delle pratiche alimentari, il limitato

contatto sociale e la mancanza di movimento dovuti alla stabulazione in box singoli (Sarrafchi & Blokhuis, 2013).

Numerosi sono gli studi realizzati per capire il ruolo della dieta e dell'alimentazione nell'eziologia dei comportamenti anomali. Alcuni di questi hanno portato alla conclusione che la dieta può influenzare il comportamento, alterando i processi digestivi, ma soprattutto che la gestione e le pratiche di alimentazione attuali, nella maggior parte dei casi, possono modificare gli aspetti del comportamento naturale del cavallo, contribuendo allo sviluppo di stereotipie (Hothersall & Nicol, 2013).

La dieta somministrata ai cavalli stabulati, ricca di energia e povera in fibre, è considerata sbagliata rispetto ai fabbisogni di questi animali. Inoltre, viene consumata molto rapidamente e in pochi pasti, solitamente senza l'accesso permanente al foraggio. Nel campo della ricerca diversi studi sia epidemiologici che sperimentali hanno rivelato il collegamento tra le stereotipie, l'assunzione di tali diete squilibrate (McGreevy, et al., 1995; Nicol, 1999; Gillham, et al., 1994; Johnson, et al., 1998 citati in Cooper & Albentosa, 2005) e il momento dei pasti; per esempio, il ballo dell'orso viene spesso correlato all'anticipazione del pasto, mentre altre stereotipie di carattere orale sono state notate subito dopo il pasto (Cooper & McGreevy, 2007).

Secondo Cooper e Albentosa le stereotipie orali, come per esempio l'assunzione anomala di legno, potrebbero servire per compensare piccoli pasti poco frequenti e la mancanza di fibre (Cooper & Albentosa, 2005). Inoltre, Bachmann et al. suggerisce che la disponibilità di fieno ad libitum potrebbe ridurre le stereotipie anticipatorie, riducendo la componente emozionale del momento di attesa del pasto (Bachmann, et al., 2003).

Anche l'assunzione della lettiera viene collegata alla necessità di prolungare il pasto e consentire al cavallo il pascolamento e la scelta degli alimenti nonostante il confinamento nel box. Come dimostrato in due studi di McGreevy e Mills, l'utilizzo di lettiera in paglia, rispetto ad altre, riduce la comparsa di stereotipie orali (McGreevy, et al., 1995; Mills, et al., 2000 citati in Sarrafchi & Blokhuis, 2013).

Molte teorie sostengono la funzione adattativa delle stereotipie in relazione alla digestione (Nicol, 1999 citato in Cooper & Albentosa, 2005), cioè come mezzo per ridurre l'acidità dello stomaco e l'irritazione gastrointestinale dovuta alla continua secrezione di HCl, causata a sua volta da un'errata gestione dell'alimentazione. Infatti, lunghi periodi senza cibo e diete ad elevato tenore di concentrati aumentano l'acidità gastrica, che può portare alla comparsa

di ulcere (Murray and Eichorn, 1996 citato in Cooper & Albentosa, 2005), oltre ad alterare la fermentazione cecale (Willard, et al., 1977 citato in Cooper & Albentosa, 2005). Si suppone quindi che il ticchio d'appoggio possa ridurre l'acidità del sistema digerente. Ciononostante, sono stati riscontrati molteplici danni alla mucosa gastrointestinale degli animali ticchiatori (Nicol, et al., 2012 citato in Cooper & Albentosa, 2005). Per questa ragione si sono resi necessari studi più approfonditi e nel 2012 Houpt ha dimostrato che durante la pratica del ticchio d'appoggio la produzione di saliva non è aumentata (Houpt, 2012 citato in Sarrafchi & Blokhuis, 2013). Ulteriori studi hanno dimostrato che l'irritazione gastrointestinale può essere una delle cause alla base dello sviluppo delle stereotipie (Nicol, et al., 2002; Henderson, 2007; Wickens & Helsinki, 2010 citati in Sarrafchi & Blokhuis, 2013; Cooper & Albentosa, 2005). Si deve quindi constatare che i risultati degli studi eseguiti fino ad ora sono poco consistenti. Ci sono però prove convincenti che una dieta prevalentemente a base di concentrati, con poca disponibilità di fieno, sia un problema serio, che deve essere preso in considerazione nella gestione dell'alimentazione dei cavalli (Sarrafchi & Blokhuis, 2013).

Un'altra causa principale di comportamenti anomali è la mancanza di contatti sociali con altri simili e di movimento, determinata dai box singoli (Cooper & Albentosa, 2005; Sarrafchi & Blokhuis, 2013). McGreevy e Cooper affermano che la stabulazione che permette il contatto visivo e tattile, e dunque la socializzazione con altri cavalli, riduce la comparsa di stereotipie rispetto a cavalli tenuti in box (McGreevy 1995; Cooper & McGreevy, 2002 citati in Cooper & Albentosa, 2005). Quindi l'aumento del contatto sociale potrebbe aiutare a ridurre i casi di stereotipie, come per esempio il ballo dell'orso.

Le stereotipie legate alla gestione alimentare si possono suddividere in due gruppi: quelle orali e quelle locomotorie.

Stereotipie orali

I comportamenti stereotipati orali più frequenti sono il ticchio d'appoggio, il ticchio in aria e l'abitudine di mordere il legno.

“Il ticchio d'appoggio (Figura 4) è un vizio per cui il cavallo appoggia gli incisivi superiori su una superficie orizzontale premendo verso il basso, inarcando il collo e tirando contemporaneamente all'indietro. L'animale quando manifesta questo comportamento di solito emette un rumore caratteristico con il naso e deglutisce aria” (Lewis, 1998). Questa è

una delle stereotipie più osservata nei cavalli, con un 2,4-8,3% di prevalenza in Europa e Canada (McGreevy, et al., 1995b citato in Sarrafchi & Blokhuis, 2013). Il ticchio in aria consiste nelle stesse azioni, ma senza appoggiarsi ad una superficie. A volte può capitare che il cavallo metta in atto solo l'azione di attaccarsi ad una superficie, senza però risucchiare aria (Owen 1982 citato in Cooper & McGreevy, 2007). I problemi causati da questi vizi sono un'eccessiva consumazione degli incisivi, perdita di peso e coliche per eccessiva presenza di gas (Sarrafchi & Blokhuis, 2013; Lewis, 1998).

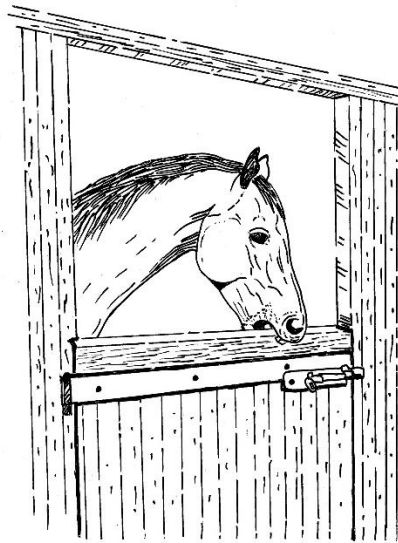


Figura 4: Ticchio d'appoggio

Un'altra stereotipia riscontrata è l'abitudine di mordere e talvolta ingerire il legno. Entro certi limiti la lignofagia può essere un comportamento ritenuto normale, ma viene considerato stereotipia quando diventa eccessivo e ripetitivo. L'aumento dell'incidenza della lignofagia è correlato al passaggio dal fieno al pellettato e alla riduzione della frequenza di somministrazione dell'alimento. I problemi vengono causati dalle schegge di legno che possono conficcarsi nella lingua o nelle guance e causare infezioni oppure, se fatto in maniera eccessiva, limitare le attività di alimentazione corretta e di abbeverata (Lewis, 1998).

Altre attività osservate in scuderia, come per esempio l'abitudine di mangiare la lettiera, vengono considerate un apprendimento per meglio affrontare le condizioni ambientali, piuttosto che una stereotipia. Capita spesso, nei cavalli che non hanno a disposizione il fieno durante i pasti, di cominciare a mangiare la lettiera, soprattutto se questa è composta di paglia (Mills, et al., 2000 citato in Sarrafchi & Blokhuis, 2013). Infatti, è stato dimostrato che i

cavalli con lettiera in paglia presentano meno stereotipie, come per esempio il ticchio d'appoggio (McGreevy, et al., 1995a; Mills, et al., 2000 citati in Sarrafchi & Blokhuis, 2013).

Ci sono però molti altri movimenti che i cavalli compiono con la bocca o espressioni facciali che potrebbero essere considerate stereotipie.

Stereotipie locomotorie

Vizi come il ballo dell'orso o la camminata in circolo dentro al box rientrano invece nelle stereotipie di tipo locomotorio.

Il ballo dell'orso è definito come “il ritmico spostamento dell'appoggio da un arto anteriore all'altro dondolando contemporaneamente la testa” (Lewis, 1998). Nei casi peggiori questa attività può coinvolgere anche le spalle e i posteriori (Cooper & McGreevy, 2007). La camminata in circolo nel box invece è un movimento ripetitivo svolto per ore, che lascia una traccia circolare e a volte, in spazi più ampi, anche a ‘forma di otto’ (Devereux, 2006; Normando, et al., 2011, citati in Sarrafchi & Blokhuis, 2013). Entrambe queste stereotipie portano ad un peggioramento delle condizioni fisiche, a problemi locomotori e ad un calo del peso (Sarrafchi & Blokhuis, 2013; Lewis, 1998). Inoltre, la continua camminata in circolo crea delle rigidità a livello muscolare e problemi alla colonna vertebrale, siccome è continuamente in flessione (Lewis, 1998).

Non ci sono molte prove che colleghino questo tipo di stereotipie direttamente all'alimentazione (Hothersall & Nicol, 2013), ma essendo causate dal confinamento in box, si ritiene che siano indirettamente collegate, in quanto i cavalli non hanno la possibilità di andare alla ricerca di cibo e di svolgere l'attività di pascolamento (Lewis, 1998).

Prevenzione

Il coinvolgimento delle stereotipie nel miglioramento dei disturbi gastrointestinali non è risultato completamente efficace, ma secondo Hothersall e Nicol i disturbi potrebbero essere comunque più significativi in assenza di questi comportamenti. Questo sottolinea dunque l'importanza, per il benessere dell'animale, di comprenderne le cause e non semplicemente di limitarsi a nasconderli (Hothersall & Nicol, 2013).

Come dimostrato in uno studio di Bachmann “lo sviluppo e l'espressione delle stereotipie può essere prevenuto o ridotto aggiustando vari fattori ambientali e relativi alla scuderia”

(Bachmann, et al., 2003). Viene suggerito di prestare attenzione alle condizioni di allevamento, che devono permettere il contatto tattile con i propri simili, il movimento indipendente sull'arco della giornata e un'alimentazione con una dieta ricca di foraggio con pochi o addirittura senza concentrati (Bachmann, et al., 2003). Cooper e Albentosa sottolineano l'importanza di evitare una repressione delle stereotipie fine a se stessa senza cercare di capirne le cause, in quanto questo porta ad un maggiore stress, mentre cercando di individuarne l'origine, si può arrivare ad apportare i giusti cambiamenti nel management (Cooper & Albentosa, 2005).

4.2 *Ulcere gastriche e coliche*

Ulcere gastriche

L'ulcera gastrica è una "lesione della mucosa dello stomaco prodotta soprattutto dalla secrezione acida e/o dalla perdita di efficacia dei meccanismi di difesa della mucosa stessa" (Davies, 2014). Le ulcere che si formano nella parte terminale dell'esofago, in quella ghiandolare e ghiandolare dello stomaco e prossimale del duodeno sono conosciute come EGUS, ovvero *Equine Gastric Ulcer Syndrome*. Le ulcere vengono classificate in base a due criteri: il numero/severità delle lesioni oppure l'integrità dell'epitelio della mucosa.

Questa patologia è molto frequente nei cavalli sportivi (Davies, 2014), prevalentemente nei PSI, ma viene riscontrata anche in altri soggetti coinvolti in molte discipline. In una popolazione di cavalli in attività agonistica si rileva una percentuale del 40 fino al 90% di soggetti affetti da EGUS (Luthersson & Nadeau, 2013).

Le ulcere si localizzano soprattutto nella mucosa squamosa che riveste la parte ghiandolare dello stomaco, lungo il *margo plicatus* (Hammond, et al., 1986), mentre nella mucosa ghiandolare l'incidenza risulta minore (Luthersson, et al., 2009; Luthersson & Nadeau, 2013). Secondo Luthersson e Nadeau "le ulcere nelle due principali regioni (mucosa squamosa o ghiandolare) possono avere differenti eziologie e perciò fattori di rischio" (Luthersson & Nadeau, 2013).

La formazione di ulcere nella mucosa gastrica è principalmente dovuta all'attacco dell'HCl e della pepsina.

Ma per meglio comprendere i fattori di rischio che provocano queste lesioni, è utile suddividerle in due tipi: le ulcere ghiandolari causate dalla distruzione delle difese della mucosa e quelle nella parte squamosa, provocate invece dall'aumento di acidi prodotti, con conseguente accresciuta esposizione (Luthersson & Nadeau, 2013).

Nella mucosa squamosa l'epitelio è scarsamente protetto a causa della mancanza di barriere efficaci contro le secrezioni acide, perciò, per prevenire le lesioni, è importante ridurre l'esposizione della mucosa a tali secrezioni (Murray, 1999). La mucosa ghiandolare invece secerne uno strato di muco contenente ioni bicarbonato, che la protegge direttamente dal basso pH presente nello stomaco e quindi la comparsa di ulcere subentra quando questo meccanismo di difesa viene a mancare (Luthersson & Nadeau, 2013).

Le cause dell'ulcera gastrica vengono identificate come fattori di rischio predisponenti il soggetto alla comparsa delle lesioni. I principali fattori riguardano la gestione dell'allenamento e della nutrizione.

L'età, il sesso e la razza sono stati considerati, da diversi studi, come possibili fattori di rischio (Chameroy, et al., 2006; Rabuffo, et al., 2002, citati in Luthersson & Nadeau, 2013), mentre in altri sembra non essere stato riscontrato nessun collegamento.

Un altro fattore importante nell'eziologia dell'ulcera è il carico di lavoro. Durante l'attività lo stomaco viene sottoposto a diversi eventi che espongono la mucosa all'insulto dell'acido cloridrico. Secondo Lorenzo-Figueras e Merrit, "la contrazione dello stomaco durante l'esercizio permette agli acidi provenienti dalla mucosa ghiandolare di refluire in quella ghiandolare, risultando dannosi per quest'ultima meno protetta" (Lorenzo - Figueras & Merrit, 2002 citati in Luthersson & Nadeau, 2013). Inoltre, è stata riscontrata una diminuzione del pH gastrico già all'inizio del lavoro al passo, che decresce sempre più con l'aumentare delle andature e resta basso fino alla fine dell'allenamento, quando il cavallo ritorna al passo. Un'interessante nota dell'autore sottolinea che i cambiamenti nel pH gastrico sono minori se gli animali vengono alimentati prima del lavoro. Sembra dunque che il lavoro intenso esponga maggiormente la mucosa gastrica ai danni causati dalle secrezioni acide, infatti i danni maggiori vengono riscontrati nei cavalli da corsa (Luthersson & Nadeau, 2013). Tuttavia, va considerata anche la dieta con cui vengono alimentati questi ultimi, siccome un altro fattore di rischio ritenuto decisivo è l'apporto di amido nelle diete ricche di concentrati e povere in foraggio (Davies, 2014). Questo fattore riveste un ruolo critico soprattutto per le lesioni alla mucosa squamosa della parte ghiandolare (Luthersson & Nadeau, 2013). Quando la flora presente nel tratto gastrointestinale degrada i carboidrati presenti nella dieta, si formano gli AGV. Secondo uno studio in vitro di Nadeau et al. questi acidi, in sinergia con l'HCl, creano un potenziale danno alla mucosa ghiandolare dello stomaco. Per questa ragione l'aumento dell'apporto di amido, e di conseguenza l'elevato incremento di produzione di AGV, rappresenta un importante fattore di rischio per lo sviluppo di ulcere (Nadeau, et al., 2003). Smyth et al. hanno inoltre dimostrato che l'assunzione di cereali prolunga il rilascio di gastrina, portando a maggiori secrezioni di HCl e dunque a un pH più basso, rispetto ad una dieta a base di foraggi (Smyth, et al., 1986). Pertanto, un cavallo alimentato con oltre 2g/kg p.v. di amido per pasto è maggiormente soggetto a ulcere rispetto a cavalli ai quali ne viene somministrato meno (Luthersson, et al., 2009). Non da ultimo i cereali sono poveri in calcio, che svolge a

sua volta un'azione tampone, la cui carenza può pure essere causa di ulcere (Luthersson & Nadeau, 2013). Inoltre, una dieta ricca di cereali è spesso povera in foraggi e quindi, con un basso apporto di fibre, si riduce anche l'effetto tampone dato dalla produzione di saliva. "Il libero accesso ad alimenti fibrosi (erba o foraggio digeribile) o la somministrazione frequente di foraggio potrebbe perciò aiutare a ridurre il rischio di ulcerazioni gastriche alzando il pH dell'ingesta" (Luthersson & Nadeau, 2013). Oltre alla disponibilità sono importanti anche il tipo e la qualità del foraggio somministrati. È stato dimostrato che la somministrazione di paglia può aumentare di molto il rischio di ulcere principalmente per il basso contenuto in calcio e proteine tamponanti, ma anche per l'elevata lignificazione che può portare ad un'irritazione della mucosa gastrointestinale (Durham, 2010). Al contrario, invece, alcuni studiosi hanno provato che la somministrazione di fieno di medica può aiutare a prevenire e ridurre la gravità delle ulcere nella mucosa aghiandolare, probabilmente a causa dell'elevato contenuto in calcio e proteine (Nadeau, et al., 2000; Lybbert, et al., 2007).

Un altro fattore legato alle pratiche alimentari è il periodo di digiuno che intercorre tra un pasto e l'altro. Quando il cavallo viene lasciato a digiuno per troppo tempo, il pH subisce un drastico calo e la mucosa squamosa resta esposta agli acidi (Vatistas, et al., 1999b, citato in Luthersson & Nadeau, 2013). Murray e Schusser hanno dimostrato che i cavalli alimentati ad libitum per 24 ore mostrano un pH significativamente più alto rispetto a quelli a digiuno (Murray & Schusser, 1989, citato in Luthersson & Nadeau, 2013).

Anche la disponibilità di acqua durante i periodi trascorsi al paddock sembrerebbe influire sull'incidenza delle ulcere gastriche, ma su questo aspetto sono necessari ulteriori studi (Luthersson & Nadeau, 2013).

Da ultimo, un fattore che concorre a formare le ulcere è la somministrazione di farmaci antinfiammatori non steroidei (FANS). Uno studio di MacAllister (1992) ha dimostrato che questi farmaci inducono la formazione di lesioni soprattutto nella parte ghiandolare dello stomaco. "Esse sono il risultato dell'inibizione delle prostaglandine che provocano un minor flusso sanguigno nella mucosa, una ridotta produzione di muco e un'umentata secrezione di HCl" (MacAllister, et al., 1992 citato in Luthersson & Nadeau, 2013).

Esiste un'ulteriore possibile causa di ulcere, che però non è stata ancora provata chiaramente nel cavallo: la presenza di *Helicobacter pylori*.

I segni clinici delle ulcere (Tabella 2) sono numerosi, ma non specifici; dipendono dal temperamento del soggetto e anche dal carico di lavoro a cui viene sottoposto (Luthersson

& Nadeau, 2013). “Possono manifestarsi in forma lieve e poco apparente fino a grave malessere e conseguente riduzione delle performance” (Davies, 2014). Secondo gli esperti le ulcere nella mucosa aghiandolare sono sopportate meglio dall’individuo rispetto a quelle nella parte ghiandolare. Inoltre, sembra che nei puledri i segni clinici siano più acuti in confronto agli adulti (Luthersson & Nadeau, 2013). Nei puledri le cause responsabili sono da ricercare soprattutto nella gestione troppo severa e nelle condizioni che creano stress psicologici – in primis lo svezzamento – oltre che ai fattori nutrizionali (Wolter, et al., 2014).

Tabella 2: Segni clinici delle ulcere gastriche (Davies, 2014; Orsini, 2000)

Segni clinici delle ulcere gastriche nei cavalli adulti
Coliche leggere e frequenti
Inappetenza, tendenza a non finire la razione
BCS scarso, perdita di peso
Debolezza e cambiamenti nell’atteggiamento
Performance ridotte, calo nel rendimento
Altri cambiamenti comportamentali (es. ticchio d’appoggio)
Risposta ai farmaci anti-ulcera
Pelo opaco
Bruxismo

La prevenzione delle ulcere viene svolta principalmente controllando la gestione nutrizionale. In generale è consigliata una dieta con almeno il 75% di fibre per mantenere il normale pH dello stomaco, con un foraggio di buona qualità. Nei cavalli ad alto rischio di ulcere invece, è consigliato somministrare fieno frequentemente (4-6 volte al giorno) o ad libitum (Jones, 2006 citato in Luthersson & Nadeau, 2013) ed evitare cereali o diete a base soprattutto di questi ultimi (Luthersson & Nadeau, 2013). Inoltre, si dovrebbe garantire per un accesso continuo all’acqua anche durante il soggiorno in paddock (Luthersson, et al., 2009). In soggetti con una storia di ulcere pregresse bisogna poi evitare situazioni di stress come lunghi viaggi, cambiamenti nell’ambiente, ecc.

Infine, se un cavallo soggetto a ulcere necessita di un trattamento con FANS, è importante utilizzare la minima dose effettiva, oltre che a somministrare preventivamente un farmaco antiulcera (omeprazolo) (Luthersson & Nadeau, 2013).

Coliche

Un altro disturbo gastrointestinale legato soprattutto all'alimentazione è la sindrome colica.

Le coliche sono violenti dolori addominali che possono essere influenzati da diversi fattori. Il termine è generico e può avere molte cause diverse, spesso difficili da identificare (Wolter, et al., 2014; Davies, 2014; Durham, 2013). Normalmente sono dovute alla gestione del cavallo e soprattutto all'alimentazione.

Generalmente il dolore è provocato da una dilatazione dell'organo coinvolto, stomaco o intestino, a causa dell'accumulo di alimenti – dovuto ad un'alterazione del normale transito intestinale – o di gas e/o fluidi. L'organo coinvolto determina anche la tipologia di colica in atto.

Secondo Wolter et al. ci sono tre tipi principali di disturbi che possono causare l'insorgenza di coliche: problemi di tipo meccanico, che normalmente coinvolgono stomaco o intestino e sono legati alle pratiche inerenti alla somministrazione della razione; dismicrobismi cieco-colici, in seguito a cambiamenti bruschi della dieta o al mancato rispetto dei fabbisogni e, da ultimo, casi di tossicità della razione (Wolter, et al., 2014).

Una comune causa di coliche è l'eccesso di consumo di alimenti secchi, soprattutto cereali e sostanze con grande contenuto in amido. Essi assorbono i liquidi presenti nello stomaco, provocando un rigonfiamento immediato, che a sua volta provoca una dilatazione gastrica e dei forti dolori colici. Anche alimenti troppo grossolani, difficilmente masticabili e digeribili, come i foraggi troppo lignificati possono portare allo sviluppo di coliche a causa dell'induzione di indigestioni o ostruzioni intestinali. Questi problemi a livello meccanico sono facilmente prevenibili controllando la somministrazione della razione e prolungandone la durata di ingestione. Ciò permette, inoltre, di tenere occupato il cavallo, tranquillizzandolo, e di favorire la secrezione salivare, migliorando la digestione enzimatica (Wolter, et al., 2014).

In un suo articolo, Durham espone tutti i fattori di rischio nell'alimentazione che possono portare alla manifestazione di coliche in generale. Il primo fattore da considerare, già citato per altre problematiche, è l'alto livello di cereali e alimenti concentrati presente in razioni utilizzate frequentemente per cavalli sportivi. L'afflusso massiccio di amido nel grosso intestino provoca maggiori fermentazioni batteriche e, di conseguenza, l'abbassamento del pH e la liberazione di gas che, non potendo essere eruttato, provoca un'eccessiva dilatazione,

causa di forti dolori addominali (Wolter, et al., 2014). In associazione ai cospicui livelli di amido, si riscontra un apporto insufficiente di fibre, una richiesta di performance atletiche elevate e spesso una mancanza di tempo trascorso al pascolo (Tinker, et al., 1997 citato in Durham, 2013). Quest'ultimo è sicuramente utile per il benessere del cavallo, in quanto rappresenta la sua forma naturale di alimentazione, permette un leggero esercizio quotidiano e anche l'interazione con altri cavalli, ciò che, secondo Hudson et al., riduce l'incidenza di coliche. Gli studi su questo argomento sono però discordanti (Hudson, et al., 2001 citato in Durham, 2013). Dato che nella gestione dei cavalli sportivi ad alto livello la permanenza al pascolo è raramente concessa, la somministrazione di foraggio assume un ruolo importante. Anche la scelta della varietà di fieno e soprattutto le condizioni di igiene sono considerate fattori di rischio per lo sviluppo di coliche (Durham, 2013). L'assunzione di fibre insolubili è importante a livello di digestione, in quanto svolge "una buona prevenzione di costipazioni e dismicrobismi, in rapporto con il rallentamento del transito digestivo e la ricchezza del substrato alimentare", riducendo dunque il rischio di coliche (Wolter, et al., 2014).

Ma il fattore di rischio più forte e consistente riscontrato nel corso di diversi studi è il cambiamento repentino nella dieta, in quanto il cavallo è abituato "ad una lenta e continua assunzione di una dieta della stessa qualità" (Durham, 2013). Qualsiasi evento, come un cambio nella frequenza dei pasti, nella quantità o nella composizione della razione, spesso correlati ad uno spostamento o al variare dell'intensità di lavoro (Wolter, et al., 2014), è mal sopportato dall'apparato gastrointestinale del cavallo e aumenta considerevolmente il rischio di coliche (Cohen, et al., 1995; Cohen & Peloso 1996, Tinker, et al., 1997 citati in Durham, 2013). Anche durante i cambi di stagione, quando i cavalli vengono messi al pascolo su prati freschi o, viceversa, quando rientrano alla fine della stagione e passano ad una dieta di concentrati, se non si tiene conto dei tempi di transizione – di almeno 8-10 giorni – si possono causare degli incidenti con episodi di coliche (Wolter, et al., 2014). Quando si verifica un cambiamento repentino nella dieta, sia la componente microbica che quella enzimatica si devono adattare alle caratteristiche del nuovo substrato. Questo comporta una carente efficienza digestiva e l'insorgenza di dismicrobismi provocata dalla deviazione dell'attività e dai cambiamenti nell'equilibrio ecologico della microflora (Wolter, et al., 2014).

Altre cause frequenti sono una dentatura trascurata, la scarsa disponibilità di acqua, le infestazioni parassitarie da strongili e tenie (Davies, 2014), ma anche fattori come stress, stereotipie, recenti operazioni ed episodi pregressi di coliche (Durham, 2013).

I segni clinici (Tabella 3) sono molto importanti e il loro riconoscimento può essere di grande aiuto per l'intervento tempestivo e dunque la risoluzione della colica.

Tabella 3: Segni clinici in corso di colica (Davies, 2014; Durham, 2013)

Segni clinici in corso di colica
Irrequietezza
Anoressia, mancato appetito
Atteggiamento di minzione e sforzi defecatori, ma con defecazione ridotta o assente
Arricciamento dell'labbro superiore e inarcamento del collo
Sudorazione in varie parti del corpo
Letargia, depressione del sensorio
Posizione di autoauscultazione, si guarda la regione del fianco
Raspa continuamente con l'anteriore
Si calcia ripetutamente il fianco
Resta sdraiato e/o si rotola frequentemente
Riduzione di movimenti intestinali
Tachicardia e tachipnea

La sindrome colica può essere molto grave e portare anche alla morte dell'animale, se non trattata adeguatamente e tempestivamente. Secondo Davies “quasi il 90% delle coliche risponde bene al trattamento medico, ma il 10% non è risolvibile senza intervento chirurgico. Questo 10% avrà una prognosi migliore se la causa sarà stata identificata precocemente e la chirurgia eseguita rapidamente” (Davies, 2014).

La prevenzione delle coliche non è sempre facile, perché spesso cercare di evitare un fattore implica l'aumento di un altro, come nel caso del pascolamento, in cui il libero accesso all'erba rappresenta un miglioramento del benessere dell'animale, che però viene confrontato con la presenza di fruttani e altri fattori che possono indurre coliche (Durham, 2013). In ogni caso, quando un cavallo è soggetto a questo problema, la prevenzione principale riguarda la gestione della nutrizione, in particolare la somministrazione di foraggio di buona qualità e la suddivisione dei concentrati in più pasti. Inoltre, quando è richiesta una maggior energia, è utile apportarla mediante l'assunzione di fibre molto fermentescibili, come la polpa di bietole, o di oli vegetali, piuttosto che con supplementi di cereali (Durham, 2013).

Oltre alle coliche esiste un altro disturbo intestinale, che però normalmente rappresenta uno stato transitorio: la diarrea. Essa si manifesta sia negli adulti che nei puledri, ma generalmente la causa – come per le coliche – è di difficile identificazione (Frederick, et al., 2009, Love, et al., 1992, Mair, et al., 1990, citati in Durham, 2013). I fattori di rischio che possono influenzare la comparsa di diarrea studiati fino ad ora sono pochi e principalmente sono cause infettive, anche se è nota la presenza di fattori legati all'alimentazione, all'ingestione di piante tossiche e di tossine (Cohen, 2002, citato in Durham, 2013).

Nella conoscenza generale vengono identificati, come cause di diarrea, i cambiamenti improvvisi di dieta, come l'aumento di concentrati o del tempo trascorso al pascolo o il passaggio dall'erba fresca agli alimenti secchi; in effetti l'aumento di amido, rispettivamente di carboidrati non strutturali (per esempio i fruttani) possono indurre diarrea (Rowe, et al., 1994, van Eps & Pollit, 2016, citati in Durham, 2013). “L'alto tasso di carboidrati non strutturali si traduce in acidosi cieco-colica che richiama acqua dal sangue nel grosso intestino, aumentando il contenuto idrico delle feci” (Davies, 2014). Inoltre, i dismicrobismi a livello intestinale possono provocare la produzione di tossine che vanno ad irritare la mucosa, incrementando quindi la produzione di muco (catarro) intestinale (Davies, 2014).

In cavalli che presentano episodi di diarrea è consigliato evitare, o quanto meno ridurre, l'apporto di cereali, il pascolamento in zone ricche di fruttani e l'assunzione di oli vegetali (Durham, 2013). È invece utile la somministrazione di foraggio di buona qualità, viste le ottime caratteristiche come regolatore del transito intestinale e il buon apporto di vitamine, ma anche l'importanza delle fibre per la salute della microflora intestinale (Getty, 2010).

Concludendo, dopo un'attenta analisi di tutti i fattori predisponenti alle ulcere gastriche e alle coliche, così come per le stereotipie, si può notare la forte componente legata alle pratiche gestionali dei cavalli, soprattutto all'alimentazione e all'allenamento dei soggetti sportivi. Dunque, per ridurre l'incidenza di queste patologie, è necessario cercare di migliorare prima di tutto il benessere dei cavalli dal punto di vista psicofisico; ciò comporterà, a sua volta, dei vantaggi sia in termini di performance atletiche sia in termini economici.

4.3 *Obesità*

L'obesità (Figura 5) è un problema emergente soprattutto in cavalli e pony da compagnia, siccome l'aumento di peso viene spesso sottostimato dai proprietari. Essa viene definita come “una malattia nella quale il grasso corporeo è accumulato in eccesso a tal punto che la salute può esserne influenzata negativamente” (Geor & Harris, 2013). È stata associata al problema dell'insulino-resistenza (IR) e all'iperinsulinemia – condizioni che favoriscono la comparsa di altri disturbi metabolici come la laminite – nonostante non ci sia una correlazione diretta, in quanto non tutti i cavalli obesi sono insulino-resistenti (Geor & Harris, 2013).

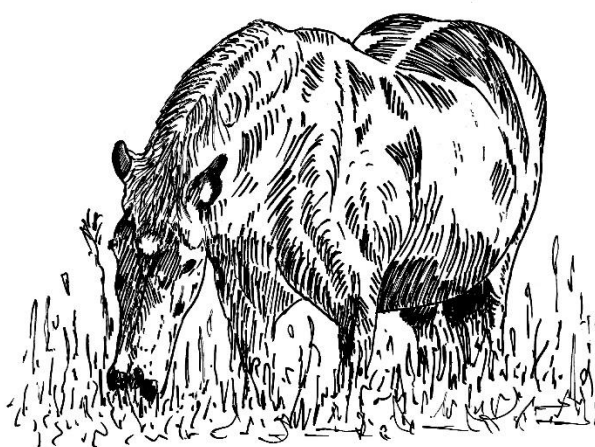


Figura 5: Obesità: un problema emergente

Il metodo utilizzato per la valutazione dello stato corporeo è il BCS (Body Condition Score), che prevede due scale: una da 0 a 5 e un'altra più approfondita e sviluppata da Henneke nel 1983, che va da 1 a 9. Utilizzando questa seconda scala, un cavallo con un BCS di 7 è sovrappeso, mentre è definito obeso se di grado 8 o 9 (Carter & Dugdale, 2013).

Le cause dell'obesità possono risiedere, oltre che nella genetica, anche nelle condizioni ambientali.

Tra le principali si annovera la sovralimentazione, magari in associazione con lo scarso movimento (Geor & Harris, 2013). Secondo uno studio di Thatcher et al., somministrando fieno invece di concentrati, si riduce la possibilità di sovralimentare il cavallo (Thatcher, et al., 2012 citato in Geor & Harris, 2013). Lo squilibrio tra energia assunta e consumata si manifesta con l'aumento di peso e quindi l'obesità sembrerebbe essere un segnale di sovralimentazione. Lo sfruttamento dell'energia viene comunque influenzato anche da altri

fattori, magari anche innati, come la genetica. Ma che la sovralimentazione porti ad un incremento del peso è stato comunque dimostrato (Carter, et al., 2009b citato in Geor & Harris, 2013).

Bisogna però prestare attenzione anche alla possibilità di assunzione di energia in eccesso durante la permanenza al pascolo nelle stagioni in cui il foraggio è particolarmente ricco in nutrienti (Geor & Harris, 2013). Le variazioni stagionali meritano particolare attenzione: l'appetito, infatti, tende ad aumentare in primavera e in estate, stagioni coincidenti con foraggi molto ricchi, che favoriranno la crescita nei puledri e il deposito di grasso nei cavalli maturi. In inverno, invece, l'appetito diminuisce e i soggetti tenderanno a mobilizzare i grassi stoccati (Fuller, et al., 2001). Questa stagionalità viene confrontata con la gestione del cavallo in stabulazione, dove viene sempre alimentato con foraggi di buona qualità, rispetto a quelli che avrebbe avuto a disposizione in natura, fattore che influenza quindi l'aumento di peso (Geor & Harris, 2013).

Come hanno dimostrato vari studi condotti sugli umani e sulle specie da laboratorio, un forte controllo sul peso è però svolto dagli ormoni, in particolare dalla leptina e dalla grelina. Nel cavallo non ci sono dati riportanti la concentrazione di grelina, ma invece è stata provata una correlazione tra la leptina circolante e il tessuto adiposo presente (Buff, et al., 2002 e Gentry, et al., 2002 citati in Geor & Harris, 2013). Questo ormone regola quindi i comportamenti alimentari agendo sull'ipotalamo e aiuta a regolare l'omeostasi dell'energia e il metabolismo dei grassi, inducendo sazietà (Geor & Harris, 2013). La concentrazione presente nel plasma è inoltre influenzata dallo stato del cavallo; secondo Buff et al., infatti, in cavalli a digiuno è inferiore a quella riscontrata in cavalli che hanno mangiato (Buff, et al., 2002 citato in Geor & Harris, 2013). La secrezione di leptina è inoltre influenzata dall'aumento di insulina associata al pasto (Cartmill, et al., 2005 citato in Geor & Harris, 2013).

La condizione di iperleptinemia è stata riscontrata in cavalli obesi e sembra essere correlata ad una ridotta sensibilità all'insulina, che comporta quindi un aumento di tessuto adiposo (Catabilota, et al., 2010 citato in Geor & Harris, 2013). La ridotta sensibilità all'insulina, ossia l'insulino-resistenza “consiste in una riduzione della facoltà dell'ormone insulina di interagire con i tessuti corporei. Questo si traduce nell'incapacità, in grado variabile, di far accedere il glucosio ematico alle cellule che ne abbisognano, causando quindi uno stato di iperglicemia permanente” (Davies, 2014). La produzione di insulina serve a far fronte all'elevato afflusso di zuccheri in seguito ad un pasto a base di concentrati. Quindi, in caso

di eccesso di questi ultimi, può insorgere l'IR, siccome l'organismo non riesce a contrastarne l'elevata produzione. Il cavallo obeso e/o alimentato con diete troppo ricche di concentrati è quindi a rischio di sviluppare questa condizione e, in seguito, altri disordini metabolici, come la laminite (Davies, 2014).

Oltre alla riduzione della quantità di concentrati presente nella razione, sempre auspicabile vista la natura dell'apparato gastrointestinale del cavallo, anche la somministrazione di piccoli pasti frequenti e il rallentamento della velocità di assunzione possono aiutare a controllare la risposta glicemica (Kentucky Equine Research Staff, 2013).

Per prevenire l'obesità è dunque importante evitare la sovralimentazione, ridurre i concentrati e gli alimenti con un'elevata risposta glicemica, adeguare gli apporti energetici al reale fabbisogno, assicurare al cavallo un buon esercizio fisico e prestare attenzione ai primi segnali di sovrappeso, in modo da poter intervenire tempestivamente con soluzioni che permettano di perdere o mantenere costante il peso corporeo.

Parte speciale

5 ATTUALITÀ SUL SISTEMA SLOW FEEDING

Un po' di storia

Di recente è diventato di moda, soprattutto in Nord America, il concetto di *slow feeding*. Sempre più proprietari hanno cominciato a prestare attenzione al benessere del cavallo e, di conseguenza, a modificarne la gestione. L'idea di *slow feeding* rientra nelle soluzioni trovate negli ultimi anni da studiosi e appassionati, per combattere una serie di problemi legati alla gestione dell'alimentazione, che, soprattutto in cavalli stabulati, tende ad essere contro natura, rispetto alle loro abitudini e alla loro evoluzione. Lo scopo principale di questo sistema è quello di prolungare l'ingestione di foraggio per fare in modo che il cavallo possa averne sempre a disposizione, così da simulare il più possibile il comportamento in natura, dove – come abbiamo visto – i cavalli trascorrono 12-18 ore a brucare erba (Boyd, et al., 1988 citato in Burla, et al., 2016). La dottoressa Juliet M. Getty così si esprime a proposito degli *slow feeder*: “Lo scopo del sistema *slow feeding* è di simulare il pascolamento. [...] Gli *slow feeder*, se usati correttamente, sono un modo eccellente per ridurre lo stress. Come suggerisce il loro nome, essi rallentano la velocità di assunzione, fornendo fieno attraverso piccole aperture. Se vengono tenuti sempre pieni, gli *slow feeder* permettono al cavallo di pascolare quando vuole, incoraggiandolo così a mangiare meno, pur avendo sempre libero accesso al foraggio.”

Tra gli appassionati di cavalli l'idea nacque inizialmente per trovare una soluzione contro lo spreco, in modo da far durare più a lungo il fieno – viste le perdite causate dal calpestio e dalla contaminazione con urine e feci – ma anche come aiuto per risolvere i problemi di cavalli obesi. In seguito, alcuni proprietari dichiararono di aver potuto constatare un miglioramento nel temperamento e nella relazione nei loro confronti e, di conseguenza, nel loro benessere, oltre alla possibilità di regolarsi nell'assunzione dell'alimento, evitando dunque una sovralimentazione.

Da un punto di vista scientifico invece uno dei pionieri dell'idea di *slow feeding* fu la dottoressa Andrea D. Ellis, che era convinta ci fosse un collegamento tra l'eccitabilità e l'aggressività di alcuni soggetti prima e durante i pasti e il periodo di digiuno forzato durante la notte, ma anche che la somministrazione di due pasti diventasse routine e quindi

un'ulteriore fonte di agitazione. In collaborazione con la dottoressa Sarah Hallam – già coinvolta in studi per ridurre lo stress nei cavalli – cercarono dunque un sistema che potesse rallentare l'assunzione di foraggio e ridurre i livelli di stress. Nacque così l'idea “scientifica” di *slow feeding*, che di per sé non fu un'invenzione, dal momento che – come già detto – diversi proprietari avevano già sperimentato sistemi simili. Crearono il loro personale *slow feeder* e osservarono gli effetti sui livelli di stress e sulla distribuzione del tempo (Figura 6). Dopo qualche giorno, l'eccitazione del pre-pasto e lo stress erano spariti. Notarono, inoltre, che i cavalli passavano più tempo ad assumere fieno (Hallam, et al., 2012).

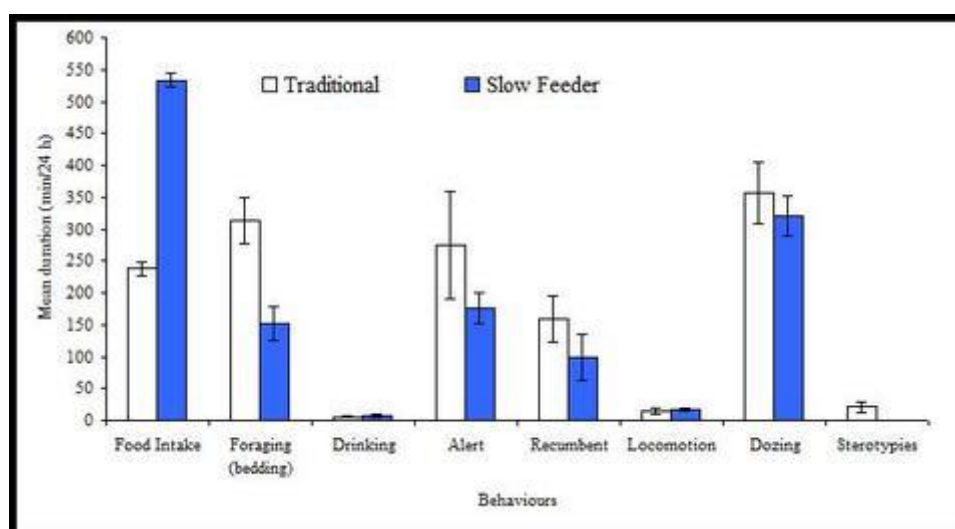


Figura 6: Differenze nel tempo speso nei diversi comportamenti tra somministrazione tradizionale e con reti *slow feeder* (Grafico © Hallam, et al., 2012)

Questo sistema prese poi sempre più piede, soprattutto in Nord America, grazie anche alla condivisione delle esperienze positive da parte degli utilizzatori. Negli ultimi anni ha cominciato a fare le sue prime comparse anche in Europa, in particolare in Svizzera, dove nelle strutture dell'Haras National Suisse hanno iniziato a svolgere le prime ricerche. Convinti dell'importanza che avrebbe potuto avere per il benessere del cavallo, hanno fatto di questo argomento una delle principali sfide nel campo della ricerca.

Purtroppo, dal lato pratico, il sistema *slow feeding* resta tutt'ora poco conosciuto e pertanto poco utilizzato, se non da qualche cavaliere o appassionato che ha avuto modo di scoprirlo.

Diverse forme... un unico concetto

Ci sono forme differenti di *slow feeder*, ognuna delle quali presenta sia vantaggi che svantaggi, per cui il concetto è in continua evoluzione, nella speranza di trovare in futuro una soluzione che abbia solo lati positivi.



Figura 7: Esempio di rete slow feeder

La soluzione più comune ed economica – scelta anche per la sperimentazione – è la rete *slow feeder* (Figura 7). Queste reti costituiscono “un modo di replicare il comportamento naturale di foraggiamento del cavallo nei moderni sistemi di gestione [del cavallo]” (Glunk, et al., 2014). È importante non confonderle con le comuni reti da fieno, utilizzate durante i trasporti. Queste ultime presentano maglie più larghe rispetto alla rete *slow feeder* (9-10 cm). La dimensione delle aperture è importante, in quanto regola la possibilità di accedere al foraggio. Se le maglie sono troppo larghe, il cavallo assumerà l’alimento velocemente, come nella tradizionale somministrazione al suolo; se invece sono troppo strette, tenderà a sviluppare frustrazione (Glunk, et al., 2014), che in alcuni animali può significare arrendersi e smettere di alimentarsi. I vantaggi “tecnici” di questa soluzione, sono da ricercare soprattutto nelle dimensioni e nella facilità di installazione. Sono disponibili reti di diverse grandezze, dalla singola razione all’intera rotoballa per i cavalli in gruppo (Figura 8); la semplice realizzazione permette inoltre di creare il modello secondo le proprie esigenze. Come detto, sono facili da installare e si adattano ad ogni spazio. Presentano però anche degli svantaggi. La maggior parte delle reti sono fabbricate in un materiale abbastanza resistente, per evitare che vengano danneggiate dalle continue trazioni dei cavalli. Questo comporta il potenziale rischio, per i cavalli ferrati, di restare incastrati con il ferro nelle

maglie della rete. Perciò devono essere appese ad un'altezza che impedisca al cavallo, in condizioni normali, di impigliarsi. Ciò provoca però un altro problema molto importante: se la rete viene fissata troppo in alto, obbligherà il cavallo ad alimentarsi in una posizione sfavorevole (Getty, s.d.). Un buon compromesso è costituito dall'installazione di reti a parete – che impedisce lo spostamento e quindi la possibile frustrazione data da una rete instabile – sistemate ad altezza del petto del cavallo, in modo da minimizzare i rischi di incastro, ma non troppo in alto, per permettergli di mantenere la testa in posizione normale.



Figura 8: Cavalli al pascolo con stazione di alimentazione dotata di rete slow feeder (© Leventina Western)

L'alternativa alle reti sono gli *slow feeder* rigidi. Ci sono molte soluzioni diverse ideate fino ad oggi da molte ditte. Le migliori, secondo la dott.ssa Getty, sono quelle in plastica solida o in gomma dura, materiali che resistono bene al caldo e al gelo. Le griglie in metallo vengono invece sconsigliate, a causa dei molti rischi in cui il cavallo potrebbe incorrere, in particolare i danni ai denti (Getty, s.d.). Per esempio, le rastrelliere con sbarre verticali possono provocare torsioni anomale dei muscoli del collo (Figura 9).



Figura 9: Torsioni del collo osservate con l'utilizzo della rastrelliera (© Agroscope, Haras national Suisse HNS)

Gli *slow feeder* più utilizzati in genere sono dei contenitori sospesi, provvisti di fori e di drenaggio sul fondo (Figura 10: *Slow feeder* rigido sospeso), o dei cassoni (o bidoni) posizionati al suolo, con un'interfaccia a buchi, regolabile, che si abbassa con il diminuire del fieno. Anch'essi presentano vantaggi e svantaggi tecnici. Questi particolari sistemi sono vantaggiosi, in quanto facili da riempire. Inoltre, il drenaggio sul fondo permette alle polveri di cadere a terra. Come per le reti, i contenitori appesi implicano una posizione un po' alterata rispetto alla posizione naturale al suolo, ma essendo più pesanti, si muovono meno, evitando dunque l'insorgere di possibile frustrazione. Le soluzioni al suolo hanno invece il vantaggio di consentire il mantenimento della testa in posizione naturale.

Lo svantaggio per certi cavalli può essere di tipo psicologico, perché sono costretti a mangiare con la testa dentro ad un contenitore, ciò che impedisce loro di vedere l'ambiente esterno (Getty, s.d.). Un altro svantaggio di questi sistemi è legato alle aperture, che devono avere una dimensione corretta, possibilmente arrotondata, per evitare possibili lesioni alla bocca del cavallo (Getty, s.d.). Anche in questo caso, aperture troppo piccole possono causare frustrazione o aggressività; al contrario, se troppo grandi, non adempiono alla loro funzione di rallentare l'ingestione. Sembra che la plastica dura, se non utilizzata correttamente, possa provocare delle lesioni (Joly, 2017). Questi sistemi però, rispetto alle

reti, possono risultare ingombranti da posizionare nei tipici box delle scuderie, per cui dovrebbe essere creato uno spazio apposito dove poter collocare gli *slow feeder*.



Figura 10: *Slow feeder* rigido sospeso (© Agroscope, Haras national Suisse HNS)

Queste sono le due principali soluzioni utilizzate per rallentare l'ingestione del foraggio, ma le tipologie di *slow feeder* differiscono poi per il design scelto dalle ditte produttrici. Esistono, per esempio, anche dei sistemi ideati contro la noia, con alla base il concetto di *slow feeding*, le *feed-ball* (Figura 11), che però sembra portino ad una maggior incidenza di stereotipie (Winskill, et al., 1996 citato in Ellis, et al., 2015a).

Qui di seguito verranno trattati gli aspetti nutrizionali, sanitari e tecnici del sistema *slow feeding* in generale, dal punto di vista scientifico.



Figura 11: *Feed-ball* utilizzate come antinoia (© Agroscope, Haras national Suisse HNS)

Aspetti nutrizionali

Come già detto in precedenza, i cavalli sono animali essenzialmente pascolatori: “la salute del loro tratto gastrointestinale dipende da questo modo di mangiare” (Clarke, et al., 1990, citato in Siciliano & Schmitt, 2012). Con la stabulazione in box si riduce molto la possibilità di pascolare, soprattutto se alimentati con 2-3 razioni al giorno, con prevalenza di concentrati. Questo accesso limitato al foraggio dà luogo a un elevato consumo di sostanza secca giornaliera in un periodo relativamente breve (Siciliano & Schmitt, 2012). È stato infatti dimostrato che “la velocità di assunzione del pascolo è inversamente proporzionale al tempo concesso per pascolare, per cui, diminuendo il tempo di pascolamento ne risulterà un’assunzione accelerata” (Glunk & Siciliano, 2011; Dowler & Siciliano, 2009, Longland, et al., 2011 citati in Siciliano & Schmitt, 2012). Questo cambiamento nell’alimentazione potrebbe influire sulla salute del sistema gastrointestinale, alterando la fermentazione e l’equilibrio dei fluidi. L’aumento del tempo di foraggiamento sembrerebbe quindi risultare in un’aumentata digeribilità degli alimenti, siccome in questo modo si riduce la quantità ingerita che poi transiterà nel tratto gastrointestinale (Siciliano & Schmitt, 2012).

Anche le piccole dimensioni dello stomaco del cavallo evidenziano l’importanza di evitare un accumulo di alimento, che potrebbe portare ad episodi di colica o ad altre patologie (Miraglia & Catalano, 1987). Inoltre, la suddivisione della razione in più pasti, e quindi un conseguente prolungamento dell’assunzione, è utile per stimolare la motilità gastrica e l’intero transito gastrointestinale e per migliorare la digestione gastrica e intestinale (Wolter, 1993).

Aspetti sanitari

Secondo la sua natura, il cavallo ha bisogno di un rifornimento regolare di piccole quantità di fieno e così anche il suo sistema digerente, per mantenersi in salute, necessita fieno in continuazione (Getty, 2010). Nel 2009, Benhajali ha provato quanto l’accesso costante al foraggio sia importante per migliorare il benessere dei cavalli. Essi dimostrano un aumento di tempo speso ad alimentarsi, comportamenti più rilassati e maggiori interazioni sociali positive, come accadrebbe in natura (Benhajali, et al., 2009). Inoltre, la costante possibilità di foraggiamento sembra avere un effetto benefico sulla fertilità e sulla condizione corporea delle giumente (Benhajali, et al., 2013). Per i cavalli stabulati questa disponibilità potrebbe essere fornita dalla somministrazione di foraggio *ad libitum*, ma ciò non è sempre vantaggioso, in quanto essi potrebbero mangiare tutto in poco tempo e il fieno verrebbe

calpestato e contaminato (Rochais, et al., 2018). Inoltre, alcuni individui potrebbero alimentarsi troppo, dando origine a problemi di sovralimentazione. L'utilizzo di sistemi *slow feeder* sembra dunque un'ottima alternativa per fornire una disponibilità continua di foraggio.

Molteplici studi hanno dimostrato che questi sistemi sono effettivamente in grado di ridurre la velocità di consumo del foraggio (Hallam, et al., 2012; Glunk, et al., 2014; Glunk, et al., 2015; Ellis, et al., 2015a; Rochais, et al., 2018). Somministrando il fieno a terra i cavalli terminano la razione più velocemente rispetto alla rete. Il parametro utilizzato per le valutazioni è la velocità di assunzione di sostanza secca (DMIR), che secondo lo studio di Glunk (2015) è di 1,42 kg/h per la somministrazione al suolo, mentre è di 0,87 kg/h per quella in rete (Glunk, et al., 2015). Bisogna però prendere in considerazione anche la dimensione delle maglie della rete, perché più piccola è, più l'accesso al fieno è difficoltoso. Di conseguenza si riduce la velocità di assunzione e la quantità di fieno tolta dalla rete per singolo morso, prolungando perciò il tempo passato ad alimentarsi (Glunk, et al., 2014; Ellis, et al., 2015a). È interessante notare che ci sono differenze individuali nell'utilizzo della rete da parte dei cavalli (Ellis, et al., 2015a). Ellis ha quindi provato che con le reti a maglie piccole la durata dell'assunzione del foraggio aumenta approssimativamente di 5 min/kg (Ellis, et al., 2015a). In uno studio successivo ha testato le reti a strati multipli e la messa a disposizione di più stazioni di foraggiamento, dimostrando ulteriormente l'efficacia del rallentare l'assunzione. È interessante notare che i cavalli a cui è stata data la scelta hanno preferito le reti a singolo strato (Ellis, et al., 2015b). Inoltre, è stato dimostrato che, se si dà loro la possibilità di scegliere, i cavalli mangiano alternativamente dal suolo e dalle reti, anche quando queste ultime sono ancora piene. Perciò anche l'installazione di molteplici stazioni di foraggiamento incoraggia maggiormente il comportamento alimentare e aiuta a prolungare il tempo passato a nutrirsi (Webster & Ellis, 2010; Goodwin, et al. 2002 citati in Ellis, et al., 2015b). Muovendosi tra le reti, inoltre, simulano il movimento di scelta che compirebbero in natura (Ellis, et al., 2015b).

Glunk ha dimostrato che in cavalli alimentati con il 2% del PV, quando il foraggio viene somministrato in reti *slow feeder*, il tempo passato a mangiare è di circa 13 ore giornaliere, mentre se la stessa quantità viene somministrata al suolo, questo si riduce a circa 6 ore: ciò significa che con la rete si ottiene un aumento superiore al 50% (Glunk, et al., 2014).

Come ci ricorda la Dott.ssa Getty, se gli viene data la possibilità, il cavallo sa autoregolarsi. Per adempiere alla loro funzione, gli *slow feeder* devono quindi sempre contenere del fieno, perché se il cavallo resta senza, non capirà mai di averlo continuamente a disposizione, anche quando torna dal lavoro o da un momento di riposo (Getty, 2010).

In passato sono stati studiati altri metodi per rallentare l'assunzione al pascolo o per i concentrati, come la museruola da pascolo o l'utilizzo di ostacoli dentro la mangiatoia (Longland, et al., 2011; Glunk, et al., 2013; Kutzner-Mulligan, et al., 2013; Carter, et al., 2011 citati in Glunk, et al., 2014).

Un aspetto negativo della mancanza di foraggio durante tutta la giornata, tipico della moderna gestione del cavallo, è la comparsa di comportamenti anomali come l'alimentarsi con la lettiera, la coprofagia o la lignofagia (Boswinkel, et al., 2007; Elia, 2010; Curtis, et al., 2011; citati in Ellis, et al., 2015a). Hallam ha dimostrato che, grazie all'utilizzo di *slow feeder*, questi comportamenti si riducono notevolmente, registrando una diminuzione del 51,6% del tempo impiegato a mangiare la lettiera, rispetto al trattamento tradizionale, col quale compaiono molti più comportamenti stereotipati (Hallam, et al., 2012). Rimuovendo l'orario dei pasti con lo *slow feeding* è stato dimostrato che, una volta abituato, il cavallo non manifesta più segni di agitazione legati al tradizionale sistema; si riscontra quindi un effetto positivo sul suo benessere e sul suo comportamento. Inoltre, si nota anche una diminuzione della quantità di fieno assunta (Hallam, et al., 2012).

Lo *slow feeding* ha il vantaggio di fungere anche da anti-noia, in quanto tiene occupato il cavallo tutto il giorno, aiutando così a prevenire le stereotipie o a moderarle, se già presenti (Forsberg-Meyer, 2011). Infatti "l'estensione del tempo di foraggiamento è stata raccomandata come strategia per ridurre l'incidenza e la gravità di alcuni vizi comportamentali, incluso il ticchio d'appoggio e il ballo dell'orso" (Cooper & Mason, 1998; Cooper, et al., 2005 citati in Glunk 2014, McBride & Hemmings, 2009). Semplicemente lasciando del foraggio costantemente a disposizione del cavallo nel box, si porteranno dei miglioramenti alla sua salute e al suo comportamento (Getty, 2010).

Lo *slow feeding* ha anche un impatto sul sistema gastrointestinale. Il prolungamento dell'assunzione di fieno e l'utilizzo di reti riducono il rischio di colica (Wheat, 1975 citato in Glunk, et al., 2014). Come confermato da Rochais, la minor assunzione di lettiera composta da paglia, previene anche la possibilità di coliche legate alla sua ingestione (Rochais, et al., 2018).

Avendo il fieno sempre a disposizione, il cavallo ha la possibilità di compiere piccoli pasti frequenti, come farebbe in natura: ciò consente la secrezione di saliva che aiuta a tamponare l'acidità presente nello stomaco, che nel cavallo secreta HCl in continuazione; quindi, lasciare l'animale a digiuno per periodi prolungati, può portare alla comparsa di patologie gastrointestinali. Perciò il fieno assume un ruolo importante nell'assorbire gli acidi dello stomaco; infatti richiede più masticazione, da cui risulta una maggior quantità di saliva per tamponare l'acidità (Getty, 2010) riducendo quindi anche il rischio di ulcere e migliorando la salute del sistema digerente (Forsberg-Meyer, 2011). Inoltre, questo rischio viene ridotto diminuendo anche il digiuno forzato durante la notte – grazie al prolungamento dell'assunzione – che come visto in precedenza, è una delle principali cause della comparsa di ulcere (Luthersson, et al., 2009).

Sembrerebbe, inoltre, essere una buona soluzione per i problemi respiratori, siccome il cavallo non può mettere direttamente il muso dentro al fieno (Beeler-Marfisi, et al., 2010 citato in Glunk, et al., 2014), ma anche per evitare un'eccessiva ingestione di alimento che può portare allo strozzamento (Chiavaccini & Hassel, 2010 citato in Glunk, et al., 2014).

Inizialmente nati anche per far fronte a questo problema, gli *slow feeder* vengono utilizzati nei casi sempre più frequenti di obesità, per cercare di ridurre l'apporto di calorie. Infatti, spesso in questi casi è necessaria anche una drastica diminuzione di foraggio (Argo, et al., 2002 citato in Ellis, et al., 2015a), fatto che ha portato alla crescente richiesta di soluzioni per prolungare l'assunzione di foraggio, pur mantenendo un basso apporto di calorie e riducendo quindi il rischio di comportamenti anomali (Ellis, et al., 2015a). Inoltre, l'accumulo di grasso è anche correlato alla secrezione di ormoni legati allo stress (per esempio, il cortisolo). Dando al cavallo la possibilità di mangiare foraggi in continuazione, si riduce lo stress e quindi la produzione di questi ormoni (Getty, 2010). Glunk nel 2015 ha svolto uno studio per valutare l'utilizzo delle reti *slow feeder* in associazione ad una dieta limitata per cavalli in sovrappeso, dimostrando che questa combinazione è un metodo efficace per ridurre il peso vivo e mantenere costanti i livelli omeostatici di metaboliti postprandiali e ormoni in suddetti cavalli. In particolare, si è constatato che i livelli di cortisolo nel sangue, dopo un periodo di 28 giorni con le reti *slow feeder*, sono diminuiti (Glunk, et al., 2015).

Recentemente Rochais ha pubblicato uno studio in cui confronta il tempo di foraggiamento al suolo, con reti *slow feeder* o sacchi da fieno e con *slow feeder* rigidi, e valuta il

comportamento, la postura e gli indicatori di benessere. Come nei precedenti lavori, è emerso che la modalità di distribuzione influenza chiaramente il tempo di assunzione del foraggio e la gestione del tempo in generale: infatti i cavalli passano più tempo ad alimentarsi con fieno piuttosto che a mangiare la paglia della lettiera. Osservando i segni di *discomfort* (per esempio, scalpitare, sbadigliare o masticare a vuoto) e la posizione arretrata delle orecchie, è emerso che sono minori con l'utilizzo di reti e *slow feeder* rigidi, rispetto al suolo. Fanno eccezione i comportamenti di frustrazione nei confronti del dispositivo stesso (per esempio, tirarlo con i denti, spingerlo con la testa, ecc.), che restano maggiori nelle reti rispetto agli *slow feeder* (Rochais, et al., 2018).

Oltre all'assenza di frustrazione, c'è un altro motivo che sembrerebbe rendere gli *slow feeder* rigidi la soluzione migliore rispetto alle reti: il fieno dura più a lungo, dando ai cavalli la possibilità di averne a disposizione lungo tutto l'arco della giornata, quando invece con altre modalità sarebbe esaurito (Rochais, et al., 2018).

Infine, un ulteriore miglioramento riscontrato grazie all'utilizzo degli *slow feeder* in generale, riguarda l'atteggiamento verso le persone. Sembra infatti che, somministrando il fieno con questa modalità, i cavalli provino un maggiore interesse positivo verso le persone estranee, ciò che si traduce in un maggior benessere (Burn, et al., 2010; Popescu & Diugan, 2013; Pritchard, et al., 2005; citati in Rochais, et al., 2018) e salute (Fureix, et al., 2010 citato in Rochais, et al., 2018). Migliorando la salute del sistema digerente e riducendo lo stress legato alla somministrazione degli alimenti, i cavalli sono quindi molto più rilassati (Forsberg-Meyer, 2011) e i cambiamenti nell'atteggiamento indicano un miglioramento generale del benessere grazie all'utilizzo del sistema *slow feeding* (Rochais, et al., 2018).

Il sistema *slow feeding* però presenta anche alcuni svantaggi. Alcuni individui, se sono poco incentivati ad assumere l'alimento, corrono il rischio di essere scoraggiati e quindi di non più alimentarsi attraverso le reti. Invece, in altri cavalli si sono riscontrati episodi di frustrazione (per esempio, mordere o scuotere la rete). Per questo motivo gli esperti raccomandano di abituare i cavalli all'uso delle reti tramite soluzioni con maglie più grandi, per poi ridurle a poco a poco, una volta compreso il meccanismo (Glunk, et al., 2014).

Neveux in un suo studio ha messo in evidenza che i cavalli alimentati con le reti tendono ad estrarre il fieno con la testa piegata e a manifestare dei comportamenti di manipolazione della rete (per esempio, morderla, scuoterla o colpirla; (Neveux, 2012)). Le reti, inoltre, vanno appese ad un'altezza che impedisca al cavallo di restare agganciato, ciò che porta a

mantenere una posizione della testa più rilevata rispetto alla somministrazione al suolo. L'effetto fisiologico su testa, collo e schiena di queste posture e atteggiamenti non è ancora stato analizzato mediante studi a lungo termine (Ellis, et al., 2015b). L'utilizzo di reti per un tempo prolungato potrebbe portare a problemi di postura del collo e, di conseguenza, alla schiena (Fureix, et al., 2010; Lesimple, et al., 2012, 2016b citati in Rochais, et al., 2018), siccome i cavalli dovrebbero poter mangiare con la testa vicino al suolo e strappare il fieno con un breve movimento verso il petto, come farebbero in natura (Bachmann, 2014). È stato però notato che i cavalli tengono la testa ruotata solamente durante l'azione di estrazione del fieno, mentre per masticarlo tornano in posizione naturale (Reboul-Salze, 2016). Inoltre, anche con la rete, alternano momenti passati a mangiare dalla rete, a momenti in cui mangiano per terra (Ellis, et al., 2015b). La recente creazione di *slow feeder* rigidi potrebbe essere un passo avanti verso la risoluzione di tali problemi. Altri aspetti che dovranno essere studiati sono la possibile consumazione dei denti incisivi dovuta al continuo utilizzo degli *slow feeder* e le lesioni alle gengive (Ellis, et al., 2015b).

Aspetti tecnici

Le reti *slow feeder* in origine furono create, oltre che per diminuire l'apporto di fieno a cavalli sovrappeso, proprio per ridurre lo spreco di fieno. Con la somministrazione al suolo si consuma più foraggio, a causa del calpestio e della contaminazione con urine e feci. Utilizzando il sistema *slow feeding*, invece si evita la dispersione del fieno e quindi la contaminazione (Glunk, et al., 2014). Di conseguenza si riduce anche la possibile ingestione di uova di parassiti (Harris, 1998 citato in Ellis, et al., 2015a).

Morgan ha effettuato uno studio pilota per valutare la gestione del carico di lavoro con le reti *slow feeder*. Queste reti comportano un carico di lavoro addizionale per il personale: è risultato che la preparazione delle reti è significativamente più lunga rispetto alla somministrazione del fieno a terra in 3 razioni, con un tempo stimato di approssimativamente 6 minuti e 33 secondi per le reti (per singolo cavallo), contro i 2 minuti e 52 secondi per il metodo tradizionale (Morgan, et al., 2016). Per valutare le tempistiche però è importante anche considerare l'esperienza del personale. Gli operatori coinvolti nello studio ritengono comunque il sistema delle reti meno faticoso e il 69% di loro lo preferisce, rispetto al tradizionale sistema (Morgan, et al., 2016). Sono emersi dati interessanti anche riguardo allo spreco di foraggio. Questo è risultato essere di 13,3 kg al giorno per 17 cavalli, che equivale all'incirca a 0,8 kg al giorno per cavallo, mentre per le reti non è stato osservato nessuno

spreco (Morgan, et al., 2016). L'opinione dell'autore è che sarà necessario sviluppare un sistema più ergonomico ed efficiente, in modo da ridurre il carico di lavoro, siccome in questo modo, se i cavalli presenti in scuderia sono molti, viene addirittura duplicato (Morgan, et al., 2016). Anche in alcuni studi svolti all'Haras National Suisse, dove vengono comparati differenti metodi di somministrazione del fieno, viene chiaramente messa in evidenza l'efficacia nell'adempiere alla propria funzione di rallentare l'assunzione, ma anche la poca praticità di utilizzo di questi sistemi (Verdoux, 2017; Joly, 2017; Reboul-Salze, 2016).



Figura 12: Giumente al paddock con differenti tipologie di slow feeder (© Agroscope, Haras national Suisse HNS)

In conclusione, il sistema *slow feeding* sembra essere una valida soluzione per il miglioramento di diversi aspetti del benessere dei cavalli sia stabulati, sia in paddock (Figura 12), come denotano i cambiamenti nell'atteggiamento osservati dagli utilizzatori. È un sistema nuovo e in continua evoluzione, che potrebbe fare la differenza nella qualità di vita di questi animali. Come ricorda Rochais: “Si deve ancora riflettere sui metodi pratici per distribuire il foraggio che richiede un'assunzione lenta e prolungata, come modo per avvicinarsi al 'naturale' impiego del tempo cui le specie sono abituate” (Rochais, et al., 2018).

6 CONTRIBUTO SPERIMENTALE

Introduzione e ipotesi

In seguito alla somministrazione della razione, i cavalli tendono ad assumerla relativamente in fretta dando luogo ad accumuli ciclici di ingesta nello stomaco e nel piccolo intestino, seguiti da fasi di svuotamento conseguenti al digiuno inter-pasto (Davidson & Harris, 2007). Tale alternanza di condizioni di replezione portano a squilibri della fisiologia digestiva che possono esitare anche in patologie (Getty, 2010). La condizione sopra descritta è connessa con il mantenimento del cavallo in cattività e più in particolare con la stabulazione in box o paddocks in assenza di pascolo e con somministrazione artificiale e scaglionata della razione giornaliera (Burla, et al., 2016). Da sottolineare infatti come in natura il cavallo avrebbe a disposizione abbondanti quantità di foraggio che normalmente verrebbe assunto per pascolamento in un lasso di tempo pari a 12-18 ore giornaliere (Boyd, 1988, citato in Burla, et al., 2016). Tale dilazione nella assunzione dell'alimento può essere ricreata in cattività attraverso l'utilizzo di strumenti indicati come sistemi per lo *slow feeding* o *slow feeder*, fra i quali il più semplice ed economico è rappresentato dalle "reti da fieno *slow feeder*" che possono presentare maglie di diverse misure. È possibile ipotizzare che un rallentamento della assunzione dell'alimento conseguente all'impiego di *slow feeder* possa ridurre ed uniformare la velocità di transito dell'alimento stesso a favore di una sua maggiore digestione e sfruttamento da parte dell'animale. Ciò potrebbe aumentare l'assimilazione dei nutrienti a favore del benessere dell'animale.

Scopo della ricerca

Lo scopo del presente lavoro è quello di confrontare la digeribilità della dieta in cavalli da sella sottoposti ad una somministrazione della dieta di tipo *slow feeding* in pasto unico giornaliero a quantità razionata con quella della medesima razione somministrata in modo tradizionale al suolo in due pasti giornalieri a quantità razionata.

Materiali e metodi

Lo studio è stato effettuato presso il Circolo Ippico "Cavalli e Vigne" di Casatico (Langhirano, Parma, Italia) nei mesi di aprile-maggio 2018, utilizzando un gruppo di n. 8 giumente da sella suddivise in due sottogruppi simili per razza, età e dimensioni (Tabella 4, Tabella 5) introdotti in uno schema sperimentale a "cross over" ("cross over experimental

design”). In particolare, ciascun gruppo è stato sottoposto alternativamente ad un periodo di somministrazione “Slow” della dieta (SLOW) –attraverso l’utilizzo di reti speciali per fieno appese nei box- o a somministrazione tradizionale a terra della razione in due pasti giornalieri (TRAD). Il passaggio da un trattamento a quello successivo è stato preceduto in entrambi i casi da un periodo di adattamento.

Ai cavalli coinvolti nello studio appartenenti al gruppo TRAD è stato somministrato il foraggio in ragione di circa il 2% del peso vivo stimato, due volte al giorno, al suolo, cui è stata aggiunta una razione di concentrato, anch’essa somministrata 2 volte al giorno – ore 12:00 e 19:00 – e costituita da 1,5 kg di mangime giornalieri; nel caso di un solo individuo la componente concentrata comprendeva anche 2 kg di orzo giornalieri. Ai cavalli del gruppo SLOW è stato invece somministrato il fieno nello stesso quantitativo direttamente nelle reti, una volta al giorno, al mattino. Sono state impiegate reti *slow feeder* “ad amaca” aventi una portata di circa 15 kg di fieno ed una maglia da 5cm x 5cm, appese alla parete laterale sinistra del box col bordo inferiore a livello della punta della spalla di ciascun cavallo (Figura 13).

Il foraggio era rappresentato da fieno polifita di prato stabile di montagna.

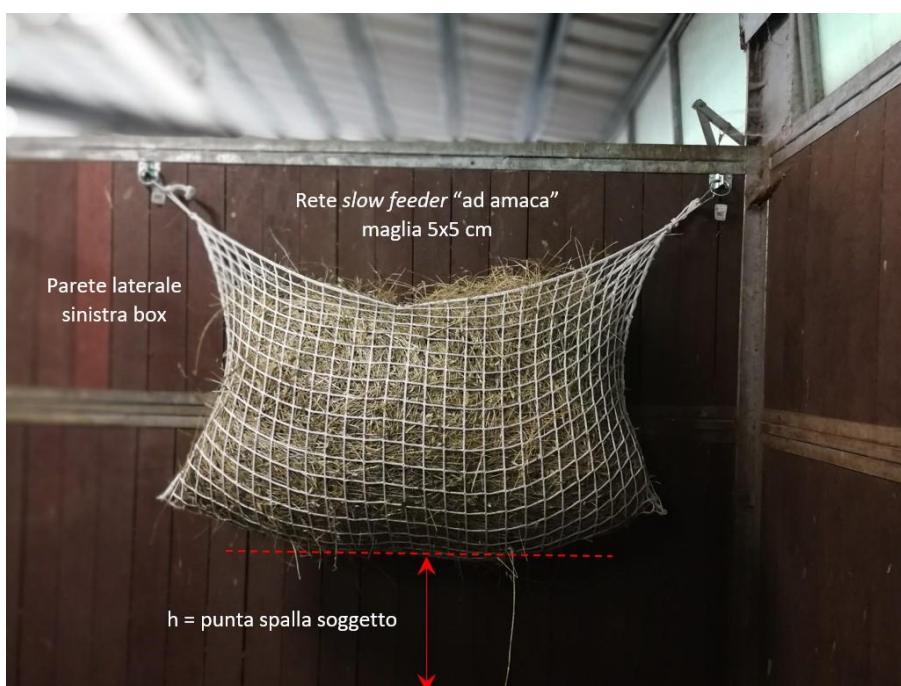


Figura 13: Rete *slow feeder* “ad amaca” appesa alla parete laterale sinistra del box

Ciascun periodo di studio, della durata di 3 giorni, è stato preceduto da un periodo di adattamento della durata di 8 giorni per consentire agli animali di adattarsi alla specifica modalità di somministrazione degli alimenti cui sono stati sottoposti.

La digeribilità della dieta assunta con le due modalità è stata valutata attraverso la determinazione delle ceneri acido-insolubili (AIA) sulla razione completa e sulle feci, utilizzando la seguente equazione:

$$1 - \frac{AIA_R(\%)}{AIA_F(\%)} = \text{digerito}$$

Dove: AIA_R = concentrazione percentuale delle ceneri acido insolubili nella razione; AIA_F = concentrazione percentuale delle ceneri acido insolubili nelle feci.

Le feci sono state raccolte alla mattina e alla sera prima della pulizia dei box in campioni rappresentativi dell'intera massa fecale di circa 1.3 - 1.5 kg al giorno per cavallo. I campioni sono stati conferiti al laboratorio di analisi dove sono stati conservati per congelamento a -20°C prima delle analisi chimiche. I foraggi ed i mangimi sono stati campionati ad ogni cambio di partita.

Ogni mattina è stato pesato il foraggio residuo per ottenere una misura della ingestione di alimento. I quantitativi di foraggi e concentrati somministrati ed i quantitativi di fieno residui sono stati misurati attraverso appositi strumenti (dinamometro per il foraggio e bilancia per i concentrati).

L'analisi statistica è stata condotta attraverso il software *IBM SPSS Statistics 21.0* (IBM Corp. Released 2012) utilizzando la procedura univariata del modello lineare generalizzato; il gruppo (TRADIZIONALE – TRAD – vs SLOW) e la settimana di prova (1 vs 2) sono stati utilizzati come variabili indipendenti, il soggetto come variabile casuale e la digeribilità e l'umidità come variabili dipendenti.

Tabella 4: Caratteristiche, attività ed alimentazione dei soggetti impiegati nella prova

#	Nome	Razza	Età (anni)	PV stimato (kg)	Lavoro	Fieno (kg)	Mangime (kg)	Altro
1	Helena in a Bottle	Quarter Horse	13	460	Leggero	9	1,5	4/5 cubetti Sempercube MSM (anti-infiammatorio)
2	Zitanina	Paint Horse	6	450	Leggero	9	1,5	
3	Efisina	Purosangue Inglese	14	600	Leggero	12	1,5	
4	Lety (Coco)	Sella Italiano	19	580	Intenso	12	1,5	2 kg orzo, coprofagia
5	Gardel Lena Rub A De	Quarter Horse	8	470	Ferma	9	1,5	Ballo dell'orso
6	Slow Time Pepito (Puffetta)	Quarter Horse	10	450	Leggero	9	1,5	
7	Huncutka (Unna)	Purosangue Ungherese	10	510	Leggero	11	1,5	
8	Wild Romance	KWPN	15	575	Moderato	12	1,5	

Tabella 5: Soggetti impiegati nella prova divisi per sottogruppi

Sottogruppo A	Sottogruppo B
Puffetta	Helena
Gardel	Zitanina
Wild	Coco
Unna	Efisina

Risultati e discussione

In generale, tutti i soggetti della prova hanno consumato la totalità della razione giornaliera durante il periodo considerato, per cui non è stato rilevato alcun residuo di foraggio o mangime. In totale sono stati consumati foraggi derivanti da 6 partite simili, di cui 4 sono state impiegate la prima settimana e 2 la seconda settimana di prova, per cui sono stati raccolti 8 campioni per le analisi. Relativamente agli alimenti concentrati, sono stati analizzati 2 campioni di orzo – alimento somministrato ad un unico soggetto – e due campioni di mangime, cui si aggiungono i cubetti di integratori minerali, anch'essi somministrati ad un unico soggetto.

Le analisi condotte relativamente alle ceneri acido insolubili (AIA) su foraggi, concentrati e feci hanno permesso di calcolare la digeribilità della sostanza secca della dieta. I risultati sono riportati nella Tabella 6 suddivisi per gruppo e settimana. L'analisi statistica dei dati ha messo in evidenza un effetto nullo sulla digeribilità della dieta derivante dall'utilizzo delle reti degli *slow feeder*. Tale risultato dipende verosimilmente dal fatto che il foraggio veniva somministrato in quantità razionata evitando, anche in caso di assunzione rapida – in assenza di rete *slow feeder* –, un reale sovraccarico del tratto gastroenterico con una ragionevole distribuzione delle ingesta nell'ambito dello stesso. Un risultato analogo è stato riportato da Siciliano & Schmitt (Siciliano & Schmitt, 2012) i quali hanno testato la restrizione temporale del pascolo senza evidenziare alterazioni del processo digestivo.

Inoltre, esiste una differenza significativa fra la digeribilità della settimana 2, e quella della settimana 1, essendo quest'ultima più bassa di circa 11,62 % (36,89 vs 48,51%; $p \leq 0,05$), probabilmente in relazione ad una maggiore qualità del foraggio. In generale, i valori di digeribilità sono risultati paragonabili a quelli riscontrati da Drogoul et al. (Drogoul, et al., 2001) per diete miste foraggio concentrato.

I risultati relativi alla umidità della massa fecale sono riportati nella Tabella 7 e risultano in generale allineati con i valori medi riportati da Jansson & Dahlborn (Dahlborn & Jansson, 1999) per cavalli atleti. I valori riscontrati sono indicativi di una maggiore umidità delle feci derivanti dagli equini alimentati con *slow feeder* (77,47 vs 75,90%; $p \leq 0,05$). Questo risultato potrebbe essere attribuito ad una possibile maggior masticazione e umidificazione salivare delle ingesta ed a una potenziale variazione dell'equilibrio idro-elettrolitico nel grosso intestino connessa con una differente velocità di transito (Clarke, et al., 1990 citato in Siciliano & Schmitt, 2012). Risulta inoltre evidente una maggiore umidità delle feci nella

settimana 2 (77,49 vs 75,88%; $p \leq 0.05$); questo dato, combinato con quello di una maggiore digeribilità nello stesso intervallo, potrebbe essere indicativo di una minor lignificazione dei foraggi impiegati, con maggiore capacità di idratazione degli stessi all'interno dell'intestino.

Tabella 6: Digeribilità della sostanza secca nei gruppi alimentati tradizionalmente (TRAD) e nei gruppi alimentati con reti slow feeder (SLOW)

	Gruppo				GENERALE		ES	Sign		
	TRAD		SLOW		TRAD	SLOW		Gruppo	Sett.	G*S
	Sett. 1	Sett. 2	Sett. 1	Sett. 2						
Dig. (%SS)	37,23	47,61	37,15	49,42	42,42	42,99	1,580	0,979	0,000	0,651

Tabella 7: Umidità della massa fecale nei gruppi alimentati tradizionalmente (TRAD) e nei gruppi alimentati con rete slow feeder (SLOW)

	Gruppo				GENERALE		ES	Sign		
	TRAD		SLOW		TRAD	SLOW		Gruppo	Sett.	G*S
	Sett. 1	Sett. 2	Sett. 1	Sett. 2						
U (%)	75,48	76,31	76,27	78,67	75,90	77,47	0,299	0,000	0,000	0,126

Osservazioni comportamentali

Da sottolineare come i singoli individui utilizzano la rete in maniera differente – relativamente alla direzione di accesso al foraggio contenuto – nelle fasi iniziali dell'utilizzo, per poi adattarsi successivamente all'accesso frontale (Figura 14). Inoltre, in presenza di rete *slow feeder*, i cavalli hanno mangiato alternativamente anche al suolo, raccogliendo il fieno che cadeva dalla rete, analogamente a quanto osservato da Ellis et al. (Ellis, et al., 2015b).

È stata riscontrata una differenza tra i vari individui anche a livello di assunzione del foraggio nel tempo in quanto alcuni cavalli assumevano il foraggio più velocemente rispetto ad altri. Questa variabilità è stata confermata anche da una differenza numerica rilevante (ma non significativa: $p=0,103$) nella digeribilità stimata nei diversi soggetti (Tabella 8). Una osservazione particolare è stata effettuata in relazione ad un soggetto che era inizialmente intimorito dalla rete ma che dopo averla imparata ad utilizzare, al termine del periodo di *slow feeding* è risultato essere il meglio adattato al sistema, mangiando lentamente e mostrando altri comportamenti come quello di riposo, al punto da far durare il fieno tutta la notte.

Inoltre, in generale, i cavalli del sottogruppo B (SLOW durante la seconda settimana) finivano più velocemente la quantità di fieno somministrata nella rete. Questo, oltre ad una differenza individuale, è presumibilmente da collegare alla migliore qualità del fieno, in accordo con Clauss et al. (Clauss, et al., 2014) e parzialmente al lavoro fisico svolto dagli animali nel giorno specifico del rilievo.



Figura 14: Cavalla con rete slow feeder mangia in posizione frontale

Il personale addetto alla cura dei cavalli ha riferito un cambiamento generale nel comportamento in box associato al periodo di utilizzo delle reti, notando una maggior tranquillità e serenità, in accordo con quanto osservato da Morgan et al. (Morgan, et al., 2016), anche dei soggetti inizialmente un po' più timorosi e intimiditi. È stato constatato come alcune cavalle che con il metodo tradizionale tendevano a nascondere e spargere le feci, con le reti non presentavano più questo comportamento. È stato osservato inoltre un miglior atteggiamento verso le persone estranee e una maggior disponibilità al lavoro. I soggetti alimentati con le reti si sono dimostrati più socievoli, meno scontrosi, mostrando anche un maggior contatto con il personale che somministrava il fieno nella rete e riordinava il box. Nel caso di un soggetto storicamente scontroso nei confronti dell'uomo, verso il quale manifestava atteggiamenti di aggressività quali tentativi di morsicatura ed orecchie in posizione arretrata, in seguito all'utilizzo della rete si è verificata una generale

tranquillizzazione, con riduzione o scomparsa di questi atteggiamenti di *discomfort*. Simili riscontri sono stati riportati anche da Rochais et al. (Rochais, et al., 2018) in relazione all'utilizzo di *slow feeder* rigidi. Analogo è il caso di tre cavalle normalmente timorose nei confronti del personale che entrava nel box, le quali a seguito dell'utilizzo delle reti si sono dimostrate molto più rilassate e serene, mangiando il fieno perfino durante le procedure di riposizionamento della rete conseguente al suo riempimento giornaliero. È stata osservata anche una diminuzione nella presenza di stereotipie. In particolare, nel caso di una cavalla con il ballo dell'orso, ripetuto incessantemente per gran parte della giornata, già dopo 3 giorni con l'utilizzo della rete è diminuito analogamente a quanto osservato da altri autori (Cooper & Mason, 1998; Cooper, et al., 2005 citati in Glunk, 2014, McBride & Hemmings, 2009) manifestandosi solamente nei momenti pre-pasto come comportamento anticipatorio (Cooper & McGreevy, 2007). Nel caso di un'altra cavalla che manifestava piccoli vizi quali la prensione di oggetti con la bocca, il proprietario ha verificato la scomparsa di questi atteggiamenti in seguito all'utilizzo delle reti. Analoga osservazione può essere fatta per un soggetto che manifestava inizialmente coprofagia, che è scomparsa nelle fasi diurne, in cui il fieno permaneva nelle reti, pur permanendo nella notte. Queste osservazioni, non codificabili in termini statistici, sono comunque importanti in quanto indicativi di un aumentato stato di benessere dei singoli individui.

In due cavalle è stata riscontrata la presenza di una leggera frustrazione verso la rete, manifestata attraverso scuotimento e sollevamento della stessa soprattutto quando vuota, oppure attraverso morsicatura volta ad accelerare l'estrazione del fieno in accordo con le osservazioni di Rochais et al. (Rochais, et al., 2018).

Tabella 8: Digeribilità media espressa per soggetto e gruppo durante l'intera prova

Gruppo	Soggetto	Conteggio	Media (%)	Deviazione standard (%)
TRAD	1	3	45,8509	8,76030
	2	3	29,7801	9,64356
	3	3	32,2965	1,21702
	4	3	40,9957	3,06283
	5	3	54,3139	5,67151
	6	3	48,2724	10,34153
	7	3	44,2987	15,06004
	8	3	43,5569	8,41045
	Totale		24	42,4206
SLOW	1	3	51,6769	10,74957
	2	3	44,2419	10,01623
	3	3	50,0514	6,78247
	4	3	51,6950	4,48484
	5	3	40,6040	10,60546
	6	3	40,3175	14,82556
	7	3	37,8521	8,46107
	8	2	26,1856	11,21751
	Totale		23	43,5516

Osservazioni tecniche

Essendo occupati durante tutto l'arco della giornata, i cavalli tendevano a girare meno nel box, con una minor movimentazione della lettiera ed un relativo minor rimescolamento con le feci, che si manifestava invece nei box degli animali alimentati tradizionalmente (Figura 15). Il risultato finale è stato quello di ottenere box più puliti e ordinati; inoltre, le feci rimanevano più raccolte, contribuendo maggiormente all'ordine all'interno del box, di cui veniva facilitata la pulizia (Figura 16). Tutto ciò si è tradotto in un vantaggio economico connesso al minor consumo di lettiera. Il personale addetto alla pulizia dei box ha inoltre riscontrato delle differenze nelle caratteristiche delle feci degli animali alimentati in presenza di reti: le feci sono risultate più formate, compatte, pastose e umide. Quest'ultimo riscontro è stato confermato anche in sede analitica, come sopra riportato.

Tutti i proprietari si sono dimostrati contenti dell'utilizzo del sistema *slow feeding* ad indicare una buona accettabilità dello stesso sistema anche da parte degli utenti.



Figura 15: Feci con somministrazione tradizionale al suolo (Wild sx, Puffetta dx)



Figura 16: Feci con rete (Wild sx, Puffetta dx)

Il presente studio ha messo in evidenza effetti positivi della tecnica dello *slow feeding* sulle condizioni di benessere e sul comportamento del cavallo scuderizzato in box e sottoposto ad una alimentazione razionata a base di foraggi e concentrati. Proprio la condizione di alimentazione razionata è probabilmente all'origine, come discusso in precedenza, della assenza di risultati in relazione alla digeribilità della dieta, che era stata ipotizzata in virtù di una possibile variazione della velocità di transito delle ingesta a livello del grosso intestino. In assenza di una autoregolazione della assunzione di alimento normalmente indotta da una alimentazione *ad libitum*, il tasso di passaggio delle ingesta non ha probabilmente subito variazioni anche perché nella fattispecie si è ricorso ad una rete a maglia media. Quest'ultima, pur facilitando l'adattamento da parte degli animali al metodo di somministrazione del foraggio studiato, non ne ha modificato in modo sufficiente la velocità di assunzione della dieta, lasciando sostanzialmente inalterato il processo digestivo, fatta eccezione per gli aspetti di umidità e compattezza delle feci. Inoltre, la variabilità dei foraggi utilizzati durante l'intero periodo di prova ha in parte confuso e mascherato gli effetti studiati.

In considerazione di queste osservazioni, ulteriori studi dovrebbero essere condotti su animali alimentati con foraggi a volontà e di qualità più costante, al fine di ridurre la variabilità giornaliera e soggettiva dei dati di efficienza digestiva.

7 CONCLUSIONI GENERALI

Come descritto nei primi capitoli di questo elaborato l'apparato digerente del cavallo rispecchia la sua natura di "pascolatore-selezionatore" a tempo pieno, possedendo delle caratteristiche che gli permettono di funzionare al meglio in caso di assunzione di piccoli pasti, molto frequenti, a base soprattutto di foraggio. La moderna gestione dei cavalli, in particolare dei soggetti sportivi, ha imposto importanti cambiamenti rispetto alla loro condizione naturale – legati alla stabulazione in box e piccoli paddock, alla somministrazione di diete ricche di concentrati e, spesso, povere di fibre – rendendoli sempre più dipendenti dall'uomo.

Questa gestione influisce su diversi aspetti del benessere dell'animale, in particolare modificandone il comportamento alimentare. Ciò porta alla comparsa di diverse patologie, specialmente gastrointestinali, ma anche comportamentali, quali le stereotipie. Ulcere gastriche e coliche sono causate principalmente da un'errata gestione alimentare dei soggetti, che porta alla mancanza rispettivamente di secrezione salivare – tamponante l'acido presente nello stomaco –, di regolarità nel transito intestinale e di equilibrio nella microflora batterica. Le stereotipie invece rispecchiano la condizione di un carente benessere dei cavalli, che mettono in atto comportamenti anomali, come il ticchio d'appoggio e il ballo dell'orso, o un aumento di comportamenti, considerati normali se espressi raramente, come la lignofagia o la coprofagia. La comparsa dell'obesità, problema emergente legato alla sovralimentazione e al pascolamento in pascoli lussureggianti, è connessa a disturbi metabolici, come l'insorgenza di insulino-resistenza e di laminite. Tutte queste patologie evidenziano la necessità di prestare maggior attenzione alla corretta gestione alimentare dei cavalli e al loro benessere in generale. Ciò può anche significare di tornare a trattarli "come cavalli", secondo la loro natura, nonostante la vicinanza all'uomo.

Negli ultimi anni è nato il concetto di *slow feeding*, il cui lo scopo principale è, infatti, quello di prolungare l'ingestione di foraggio fino al punto di garantirne una disponibilità continua, così da simulare la condizione naturale. Reti da fieno, reti da paddock, *slow feeder* rigidi, *feed-ball* sono differenti dispositivi ideati da studiosi e appassionati per cercare di ricreare le condizioni naturali di alimentazione, migliorando quindi il benessere psicofisico dei cavalli, riducendo l'insorgenza di obesità e lo spreco di fieno.

Si è visto come l'utilizzo di questi sistemi abbia un'efficacia provata nel prolungare l'assunzione del foraggio. Grazie a ciò, si sono riscontrati effetti positivi sull'atteggiamento dei cavalli, che sono più rilassati e sereni sia nei box, sia durante il lavoro, ma anche nella relazione con l'uomo. Inoltre, viene consigliato come pratica per ridurre stereotipie e le suddette patologie organiche.

La prova svolta per il contributo sperimentale era finalizzata al confronto tra due tecniche di somministrazione del foraggio: in maniera tradizionale, al suolo, in due pasti al giorno razionati e con rete *slow feeder*, in un pasto unico giornaliero, sempre a quantità razionata. Dalle osservazioni e dalle analisi effettuate si sono evidenziati effetti positivi nell'utilizzo del sistema *slow feeding* sul comportamento degli animali: maggior serenità, riduzione delle stereotipie e miglioramento del rapporto con gli uomini. Non si sono invece riscontrati effetti dal punto di vista dell'efficienza digestiva, fatta eccezione per una migliore consistenza delle feci, connessa con un'umidità significativamente superiore.

Dal punto di vista dell'efficienza digestiva, i limiti di tempo, la quantità razionata e la variabilità nella partita di foraggio hanno verosimilmente influito sulla mancanza di risultati. Non si può quindi giungere a una conclusione definitiva legata a questo argomento, se non che sono necessari ulteriori studi.

I risultati ottenuti dal punto di vista comportamentale, invece, dovrebbero incoraggiare più persone ad utilizzare questi sistemi, che – seppur un po' dispendiosi in termini di tempo – sono sicuramente vantaggiosi per il benessere dei loro compagni di sport e tempo libero. La continua comparsa di nuove soluzioni indica che questo sistema è in piena evoluzione e che porterà sicuramente a dispositivi sempre migliori sotto ogni punto di vista. Inoltre, questo dimostra che, semplicemente modificando la somministrazione del foraggio, prolungandone l'assunzione, si possano portare importanti benefici alla vita e alla salute dei cavalli, soprattutto di quelli scuderizzati. Ma l'insegnamento più importante che se ne deve trarre è di non dimenticare qual è il loro comportamento naturale, al fine di gestirli nel migliore dei modi, proprio secondo la loro natura.

8 BIBLIOGRAFIA

- Alexander, F., 1966. A study of parotid salivation in the horse. *Journal of Physiology*, Issue 184, pp. 646-656.
- Alexander, F. & Davies, M. E., 1963. Production and fermentation of lactate by bacteria in the alimentary canal of the horse and pig. *Journal of Comparative Pahtology*, Volume 73.
- Anon., 2014. *Equine Wellness*. [Online]
Available at: <https://equinewellnessmagazine.com/slow-feeding-systems/>
[Consultato nel maggio 2018].
- Anon., s.d. *The World of SlowFeeding*. [Online]
Available at: http://www.slowfeeding.com/?page_id=37
[Consultato nel maggio 2018].
- Bachmann, I., 2014. *Alimentation, détention en groupe et contacts sociaux - les principaux défis de la garde de chevaux*. Avenches: Agroscope, Haras National Suisse.
- Bachmann, I., Audigé, L. & Stauffacher, M., 2003. Risk factors associated with behavioural disorders of crib-biting, weaving and box-walking in Swiss horses. *Equine Veterinary Journal*, 35(2), pp. 158-163.
- Benhajali, H., Ezzaouia, M., Lunel, C., Charfi, F. & Hausberger M., 2013. Temporal Feeding Pattern May Influence Reproduction Efficiency, the Example of Breeding Mares. *PLOS ONE*, 8(9), pp. 1-5.
- Benhajali, H., Richard-Yris, M.-A., Ezzaouia, M., Charfi, F. & Hausberger, M. 2009. Foraging opportunity: a crucial criterion for horse welfare? *Animal*, 3(9), pp. 1308-1312.
- Benz, B., Münzing, C., Krüger, K. & Winter, D., 2014. Ethological investigation of hayracks in equine husbandry. *Landtechnik*, 69(5), pp. 239-244.
- Bortolami, R., Callegari, E., Clavenzani, P. & Beghelli, V., 2012. *Anatomia e Fisiologia degli animali domestici*. Milano: Edagricole.
- Boyd, L. E., Carbonaro, D. A. & Houpt, K. A., 1988. The 24-Hour Time Budget of Przewalski Horses. *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 21, pp. 5-17.
- Burla, J. B., Ostertag, A., Patt, A., Bachmann, I. & Hilmann, E., 2016. Effects of feeding management and group composition on agonistic behaviour of group-housed horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 176(32-42).
- Carter, R. A. & Dugdale, A. H. A., 2013. Assessment of body condition and bodyweight. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 393-404.
- Clauss, M., Schiele, K., Ortmann, S., Fritz, J., Codron, D., Hummel, J. & Kienzle, E., 2014. The effect of very low food intake on digestive physiology and forage digestibility in horses. *Animal Physiology and Animal Nutrition*, Volume 98, pp. 107-118.

- Cooper, J. J. & Albentosa, M. J., 2005. Behavioural adaptation in the domestic horse: potential role of apparently abnormal responses including stereotypic behaviour. *Livestock Production Science*, Volume 92, pp. 177-182.
- Cooper, J. & McGreevy, P., 2007. Stereotypic behaviour in the stabled horse: Causes, effects and prevention without compromising horse welfare. In: *The Welfare of Horses*. s.l.:Springer, pp. 99-124.
- Dahlborn, K. & Jansson, A., 1999. Effects of feeding frequency and voluntary salt intake on fluid and electrolyte regulation in athletic horses. *American Physiological Society*, pp. 1610-1616.
- Daly, K. & Shirazi-Beechey, S. P., 2003. Design and evaluation of group-specific oligonucleotide probes for quantitative analysis of intestinal ecosystems: their application to assessment of equine colonic microflora. *FEMS Microbiology Ecology*, Volume 44, pp. 243-252.
- Davidson, N. & Harris, P., 2007. Nutrition and Welfare. In: *The Welfare of Horses. Animal Welfare, Vol.1*. Dordrecht: Springer.
- Davies, Z., 2014. *Introduzione alla nutrizione equina*. Cecina: Raffaello Cortina Editore.
- De Fombelle, A., Varloud, M., Goachet, A.-G., Jacotot, E., Philippeau, C. & Julliand, V., 2003. Characterization of the microbial and biochemical profile of the different segments of the digestive tract in horses given two distinct diets. *Animal Science*, Volume 77, pp. 293-304.
- Doreau, M., Dubroeuq, H., St-Priest, M. D. & Sauvage, F., 1978. Comportement alimentaire du cheval à l'écurie. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 27(3), pp. 291-302.
- Drogoul, C., De Fombelle, A. & Julliand, V., 2001. Feeding and microbial disorders in horses: 2: effect of three hay:grain ratios on digesta passage rate and digestibility in ponies. *Equine Nutrition and Physiology Society*, 21(10), pp. 487-491.
- Drogoul, C., Poncet, C. & Tisserand, J. L., 2000. Feeding ground and pelleted hay rather than chopped hay to ponies 1. Consequences for in vivo digestibility and rate of passage of digesta. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 87, pp. 117-130.
- Durham, A. E., 2010. Conditions affecting gastrointestinal tract health. In: A. D. Ellis, A. C. Longland, M. Coenen & N. Miraglia, a cura di *The Impact of Nutrition on the Health and Welfare of Horses*. s.l.:EAAP publication, pp. 145-160.
- Durham, A. E., 2013. Intestinal disease. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 568-581.
- Dyer, J., Fernandez-Castaño, M., Salmon, K. S. H., Proudman, C. J., Edwards, G. B. & Shirazi-Beechey, S.P., 2002. Molecular characterisation of carbohydrate digestion and absorption in equine small intestine. *Equine Veterinary Journal*, 34(4), pp. 349-358.
- Eckersall, P., Aitchison, T. & Colquhoun, K., 1985. Equine whole saliva: Variability of some major constituents. *Equine Veterinary Journal*, 17(5), pp. 391-393.

- Elia, J. B., Erb, H. N. & Houpt, K. A., 2010. Motivation for hay: Effects of a pelleted diet on behavior and physiology of horses. *Physiology & Behavior*, Volume 101, pp. 623-627.
- Ellis, A. D., Fell, M., Luck, K., Gill, L., Owen, H., Briars, H., Barfoot, C. & Harris, P., 2015a. Effect of forage presentation on feed intake behaviour in stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 165, pp. 88-94.
- Ellis, A. D. & Hill, J., 2005. *Nutritional physiology of the horse*. s.l.:Nottingham University Press.
- Ellis, A. D., Redgate, S., Zinchenko S., Owen, H., Barfoot, C. & Harris, P., 2015b. The effect of presenting forage in multi-layered haynets and at multiple sites on night time budgets of stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 171, pp. 108-116.
- Fijn, N., 2015. The domestic and the wild in the Mongolian horse and the takhi. In: *Taxonomic Tapestries: The Threads of Evolutionary, Behavioural and Conservation Research*. Canberra: ANU Press, The Australian National University, pp. 279-298.
- Flemström, G. & Isenberg, J. I., 2001. Gastroduodenal Mucosal Alkaline Secretion and Mucosal Protection. *News in Physiological Sciences*, Volume 16, pp. 23-28.
- Forsberg-Meyer, J., 2011. *Horse and rider*. [Online]
Available at: <https://horseandrider.com/health/slow-feeders-13176>
[Consultato nel maggio 2018].
- Fuller, Z., Cox, J. E. & Argo, C. M., 2001. Photoperiodic entrainment of seasonal changes in the appetite, feeding behaviour, growth rate and pelage of pony colts. *Animal Science*, Volume 72, pp. 65-74.
- Geor, R. J. & Harris, P. A., 2013. Obesity. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 487-502.
- Getty, J. M., 2010. *Feed your Horse Like a Horse*. Indianapolis: Dog Ear Publishing.
- Getty, J. M., s.d. *Getty Equine Nutrition*. [Online]
Available at: <http://gettyequinenutrition.biz/Library/Thecorrectwaytouseslowfeeders.htm>
[Consultato nel maggio 2018].
- Glunk, E. C., Hathaway, M. R., Grev, A. M., Lamprecht, E. D., Maher, M. C. & Martinson, K. L., 2015. The effect of a limit-fed diet and slow-feed hay nets on morphometric measurements and postprandial metabolite and hormone patterns in adult horses. *Journal of Animal Science*, Volume 93, pp. 4144-4152.
- Glunk, E. C., Hathaway, M. R., Weber, W. J., Sheaffer, C. C. & Martinson, K. L., 2014. The Effect of Hay Net Design on Rate of Forage Consumption When Feeding Adult Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, Volume 34, pp. 986-991.
- Hallam, S., Campbell, E. P., Qazamel, M., Owen, H. & Ellis, A. D. 2012. Effects of traditional versus novel feeding management on 24 hour time budget of stabled horses. In: *Forages and Grazing in Horse Nutrition*. s.l.:Wageningen Academic Publishers, pp. 319-321.

- Hammond, C. J., Mason, D. K. & Watkins, K. L., 1986. Gastric ulceration in mature Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal*, 18(4), pp. 284-287.
- Harris, P., 1999a. How Understanding the Digestive Process Can Help Minimise Digestive Disturbances Due to Diet and Feeding Practices. *Equine Veterinary Journal*.
- Harris, P. A., 1999a. How Understanding the Digestive Process Can Help Minimise Digestive Disturbances Due to Diet and Feeding Practices. In: *Proceedings of the BEVA Specialist Days on Behaviour and Nutrition*. Newmarket: P.A. Harris; G.M. Gomarsall; H.P.B Davidson HPB; R.E. Green, pp. 45-49.
- Harris, P. A., 1999b. Review of equine feeding and stable management practices in the UK concentrating on the last decade of the 20th Century. *The role of the horse in Europe*, Volume Equine vet. J. Suppl. 28, pp. 46-54.
- Hoffman, R. M., 2013. Carbohydrates. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 156-167.
- Hothersall, B. & Nicol, C. J., 2013. Effects of diet on behavior – normal and abnormal. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 443-454.
- Husted, L., Sanchez, L. C., Olsen, S. N., Baptiste, K. E. & Merrit, A. M., 2008. Effect of paddock vs. stall housing on 24 hour gastric pH within the proximal and ventral equine stomach. *Equine Veterinary Journal*, 40(4), pp. 337-341.
- Jackson, J., 2007. *Paddock Paradise: A Guide to Natural Horse Boarding*. s.l.: Star Ridge Publishing.
- Joly, J., 2017. *Comparaison multicritère de quatre système de slow-feeding pour chevaux*, Agroscope, Haras National Suisse, Avenches: Rapport di stage, non pubblicato.
- Julliand, V., Fombelle, A. d., Drogoul, C. & Jacotot, E., 2001. Feeding and microbial disorders in horses: part 3 - Effects of three hay-grain ratios on microbial profile and activities. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21(11), pp. 543-546.
- Julliand, V., Vaux, A. D., Millet, L. & Fonty, G., 1999. Identification of Ruminococcus flavefaciens as the Predominant Cellulolytic Bacterial Species of the Equine Cecum. *Applied and environmental microbiology*, 65(8), pp. 3738-3741.
- Kentucky Equine Research Staff, 2013. *Kentucky Equine Research - Equineews*. [Online] Available at: <https://ker.com/equineews/slowing-feed-intake-reduces-glycemic-response-horses/> [Consultato nel maggio 2018].
- Kern, D. L., Slyter, L. L., Leffel, E. C., Weaver, J. M. & Oltejen, R. R., 1974. Ponies vs Steers: Microbial and Chemical Characteristics of Intestinal Ingesta. *Journal of Animal Science*, 38(3), pp. 559-564.
- Kienzle, E., Radicke, S, Landes, E., Kleffken, D., Illenseer, M. & Meyer, H., 1994. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the horse. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Volume 72, pp. 234-241.

- Kienzle, E. & Radicke, S., 1993. Effect of diet on maltase, sucrase and lactase in the small intestinal mucosa of the horse. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Volume 70, pp. 97-103.
- Kitchen, D. L., Burrow, J. A., Heartless, C. S. & Merritt, A. M., 2000. Effect of pyloric blockade and infusion of histamine or pentagastrin on gastric secretion in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 61(9), pp. 1133-1139.
- Lengsfeld, H., Beaumier-Gallon, G., Chahinian, H., De Caro, A., Verger, R., Laugier, R. & Carrière, F., 2004. Physiology of Gastrointestinal Lipolysis and Therapeutical Use of Lipases and Digestive Lipase Inhibitors. In: *Lipases and Phospholipases in Drug Development: From Biochemistry to Molecular Pharmacology*. Weinheim: Günter Müller and Stefan Petry, pp. 195-229.
- Lewis, L. D., 1998. *Alimentazione e allevamento del cavallo*. I a cura di Roma: EMSI.
- Lorenzo-Figueras, M., Morriset, S. M., Morisset, J., Lainé, J. & Merritt, A. M., 2007. Digestive enzyme concentrations and activities in healthy pancreatic tissue of horses. *AJVR*, 68(10), pp. 1070-1072.
- Luthersson, N. & Nadeau, J. A., 2013. Gastric ulceration. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 558-567.
- Luthersson, N., Nielsen, K. H., Harris, P. & Parkin, T. D. H., 2009. Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine Veterinary Journal*, 41(7), pp. 625-630.
- Lybbert, T., Gibbs, P., Cohen, N., Scott, B. & Sigler, D., 2007. Feeding alfalfa hay to exercising horses reduces the severity of gastric squamous mucosal ulceration. *AAEP Proceedings*, Volume 53, pp. 525-526.
- Mackie, R. I. & Wilkins, C. A., 1988. Enumeration of Anaerobic Bacterial Microflora of the Equine Gastrointestinal Tract. *Applied and Environmental Microbiology*, 54(9), pp. 2155-2160.
- Maczulak, A. E., Dawson, K. A. & Baker, J. P., 1985. Nitrogen Utilization in Bacterial Isolates from the Equine Cecum. *Applied and Environmental Microbiology*, 20(6), pp. 1439-1443.
- Marsden, D., 2002. A new perspective on stereotypic behaviour problems in horses. *In Practice*, Novembre/Dicembre, Volume 24, pp. 558-569.
- Martin-Rosset, W. & Doreau, M., 1993. Consumo di alimenti e acqua nel cavallo. In: *Il cavallo. Riproduzione, selezione, alimentazione, sfruttamento*. s.l.:Elsevier, pp. 321-343.
- Mason, G. J., 1991. Stereotypies: a critical review. *Animal Behaviour*, Volume 41, pp. 1015-1037.
- Mason, G. & Latham, N., 2004. Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare*, Volume 13, pp. 57-69.
- Medina, B., Girard, I. D., Jacotot, E. & Julliand, V., 2002. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large

- intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *Journal of Animal Science*, Volume 80, pp. 2600-2609.
- Merritt, A., 2003. *The Equine Stomach: A Personal Perspective (1963-2003)*. New Orleans, American Association of Equine Practitioners.
- Merritt, A. M. & Julliard, V., 2013. Gastrointestinal physiology. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 3-32.
- Meyer, H. & Coenen, M., 2014. *Pferdefütterung*. 5 a cura di s.l.:Enke.
- Miraglia, N. & Catalano, A., 1987. *Alimentazione pratica del cavallo sportivo*. Milano: A.N.A.C [etc.].
- Moeller, B. A., McCall, C. A., Silverman, S. J. & McElhenney, W. H., 2008. Estimation of Saliva Production in Crib-Biting and Normal Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28(2), pp. 85-90.
- Moen, A. N., 1978. Seasonal Changes in Heart Rates, Activity, Metabolism, and Forage Intake of White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management*, 42(4), pp. 715-738.
- Moreau, H. et al., 1988. Screening of preduodenal lipases in several mammals. *Biochimica et Biophysica Acta*, Volume 959, pp. 241-252.
- Morgan, K., Kjellberg, L., Karlsson Budde, L., Kjell, E. & Ryman, M., 2016. Pilot study on workload management and feed intake time when feeding horses with small mesh haynets. *Livestock Science*, Volume 186, pp. 63-68.
- Murray, M. J., 1999. Pathophysiology of peptic disorders in foals and horses: a review. *Equine Gastric Ulceration, Equine vet. J., Suppl*, Volume 29, pp. 14-18.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Mathew, A. G., Argenzio, R. A., Blackford, J. T., Sohtell, M. & Saxton, A. M., 2000. Evaluation of diet as a cause of gastric ulcers in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 61(7), pp. 784-790.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Patton, C. S., Argenzio, R. A., Mathew, A. G. & Saxton, A. M., 2003a. Effects of hydrochloric, acetic, butyric, and propionic acids on pathogenesis of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *American Journal of Veterinary Research*, 64(4), pp. 404-412.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Patton, C. S., Argenzio, R. A., Mathew, A. G. & Saxton, A. M., 2003b. Effects of hydrochloric, valeric, and other volatile fatty acids on pathogenesis, of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *American Journal of Veterinary Research*, 64(4), pp. 413-417.
- Neveux, C., 2012. Utilisation de deux filets à foin au box: impacts sur le comportement équin et la facilité de manipulation par les propriétaires. *Journée d'actualité en éthologie équine*, pp. 7-10.
- Orsini, J., 2000. Gastric ulceration in the mature horse: a review. *Equine Veterinary Education*, 12(1), pp. 24-27.

- Outram, A. K., Stear, N. A., Bendrey, R., Olsen, S., Kasparov, A., Zaibert, V., Thorpe, N. & Evershed, P., 2009. The Earliest Horse Harnessing and Milking. *Science*, 323(5919), pp. 1332-1335.
- Pagan, J., 1997. Gastric Ulcers in Horses: A Widespread but Manageable Disease. *Equine News*, 2(2), pp. 16-17.
- Ralston, S. L., 1984. Controls of Feeding in Horses. *Journal of Animal Science*, 59(5), pp. 1354-1361.
- Ralston, S. L., Broek, G. V. d. & Baile, C. A., 1979. Feed Intake Patterns and Associated Blood Glucose, Free Fatty Acid and Insulin Changes in Ponies. *Journal of Animal Science*, 49(3), pp. 838-845.
- Reboul-Salze, M., 2016. *Comparaison multicritère de deux systèmes de "slow-feeding" dans le cadre de l'optimisation des conditions de détention des chevaux*, Agroscope, Haras National Suisse, Avenches: Rapport de stage, non publié.
- Rochais, C., Henry, S. & Hausberger, M., 2018. "Hay-bags" and "Slow feeders": testing their impact on horse behaviour and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 198, p. 52-59.
- Sarrafchi, A. & Blokhuis, H. J., 2013. Equine stereotypic behaviors: Causation, occurrence and prevention. *Journal of Veterinary Behavior*, Volume 8, pp. 386-394.
- Siciliano, P. D. & Schmitt, S., 2012. Effect of Restricted Grazing on Hindgut pH and Fluid Balance. *Journal of Equine Veterinary Science*, Volume 32, pp. 558-561.
- Singer, E. R., 1998. Gastric reflux: what does it mean? *Equine Veterinary Education*, 10(4), pp. 191-197.
- Smyth, G. B., Young, D. W. & Hammond, L. S., 1986. Effects of diet and feeding on postprandial serum gastrin and insulin concentrations in adult horses. *Equine colic*, pp. 56-59.
- Thorne, J., Goodwin, D., Kennedy, M. J., Davidson, H., P., B. & Harris, P., 2005. Foraging enrichment for individually housed horses: Practicality and effects on behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 94, pp. 149-164.
- Urschel, K. L. & Lawrence, L. M., 2013. Amino acids and protein. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 113-134.
- Varloud, M., Fonty, G., Roussel, A., Guyonvarch, A. & Julliand, V., 2007. Postprandial kinetics of some biotic and abiotic characteristics of the gastric ecosystem of horses fed a pelleted concentrate meal. *Journal of Animal Science*, Volume 85, pp. 2508-2516.
- Verdoux, T., 2017. *Rapport de stage: Slow-feeding*, Agroscope, Haras National Suisse, Avenches: Rapport de stage, non publié.
- Warren, L. K. & Vineyard, K. R., 2013. Fat and fatty acids. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. s.l.:Elsevier, pp. 136-155.
- Wolter, R., 1993. La digestione del cavallo. In: *Il cavallo. Riproduzione, selezione, alimentazione, sfruttamento*. s.l.:Elsevier, pp. 173-192.

Wolter, R., Barré, C. & Benoit, P., 2014. *L'alimentation du cheval*. 3a a cura di Paris: Éditions France Agricole.

Wolter, R., Gouy, D., Durix, A., Letourneau, J. C., Carcelen, M., Landreau, J., Bruny, A. & Villard, A., 1978. Digestibilité et activité biochimique intracaecale chez le poney recevant un même aliment complet présenté sous forme granulée, expansée ou semi-expansée. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 27(1), pp. 47-60.

Software utilizzato per l'analisi statistica

IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.

9 INDICE DELLE FIGURE

I disegni sono stati fatti appositamente da un grafico per l'autrice.

Figura 1: Cavalli di Przewalski allo stato brado	4
Figura 2: Apparato digerente del cavallo	7
Figura 3: Valori di pH presenti nelle regioni dello stomaco	16
Figura 4: Ticchio d'appoggio	34
Figura 5: Obesità: un problema emergente	45
Figura 6: Differenze nel tempo speso nei diversi comportamenti tra somministrazione tradizionale e con reti slow feeder (Grafico © Hallam, et al., 2012)	49
Figura 7: Esempio di rete slow feeder.....	50
Figura 8: Cavalli al pascolo con stazione di alimentazione dotata di rete slow feeder (© Leventina Western).....	51
Figura 9: Torsioni del collo osservate con l'utilizzo della rastrelliera (© Agroscope, Haras national Suisse HNS).....	52
Figura 10: Slow feeder rigido sospeso (© Agroscope, Haras national Suisse HNS).....	53
Figura 11: Feed-ball utilizzate come antinoia (© Agroscope, Haras national Suisse HNS)	53
Figura 12: Giumente al paddock con differenti tipologie di slow feeder (© Agroscope, Haras national Suisse HNS).....	60
Figura 13: Rete slow feeder "ad amaca" appesa alla parete laterale sinistra del box.....	62
Figura 14: Cavalla con rete slow feeder mangia in posizione frontale	67
Figura 15: Feci con somministrazione tradizionale al suolo (Wild sx, Puffetta dx).....	70
Figura 16: Feci con rete (Wild sx, Puffetta dx).....	70

10 INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Dimensioni dei tratti del sistema gastrointestinale (Davies, 2014; Wolter, et al., 2014; Meyer & Coenen, 2014)	9
Tabella 2: Segni clinici delle ulcere gastriche (Davies, 2014; Orsini, 2000)	40
Tabella 3: Segni clinici in corso di colica (Davies, 2014; Durham, 2013).....	43
Tabella 4: Caratteristiche, attività ed alimentazione dei soggetti impiegati nella prova ...	64
Tabella 5: Soggetti impiegati nella prova divisi per sottogruppi.....	64
Tabella 6: Digeribilità della sostanza secca nei gruppi alimentati tradizionalmente (TRAD) e nei gruppi alimentati con reti slow feeder (SLOW).....	66
Tabella 7: Umidità della massa fecale nei gruppi alimentati tradizionalmente (TRAD) e nei gruppi alimentati con rete slow feeder (SLOW).....	66
Tabella 8: Digeribilità media espressa per soggetto e gruppo durante l'intera prova.....	69