



A.D. MDLXII

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Dipartimento di Agraria

Laurea Magistrale in Scienze delle Produzioni Zootecniche

**Valutazione delle mangiatoie di
adattamento ai tunnel individuali
nei box di vitelli in accrescimento**

Relatore:

Dott. Alberto Stanislao Atzori

Correlatore:

Marçal Verdú Piqué

Tesi di Laurea di:

Andrea Moro

Anno Accademico 2015/2016

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 Distribuzione dei bovini da carne nel mondo	4
1.2 Il settore bovino da carne in Italia.....	8
1.3 Il settore bovino da carne in Spagna	11
1.4 Descrizione del sistema produttivo della Catalogna	13
2. OBIETTIVI DELLO STUDIO.....	16
3. MATERIALI E METODI.....	18
3.1 Animali, strutture e alimentazione	18
3.2 Formula chimica del concentrato e performance produttive	18
3.3 Condotta alimentare	23
3.4 Osservazioni dell'interazione sociale	23
4. RISULTATI E DISCUSSIONI.....	25
4.1 Stato sanitario degli animali	25
4.2 Adattamento degli animali alle strategie adottate	25
4.3 Consumi alimentari e performance degli animali	26
4.4 Comportamento Animale	29
4.5 Comportamento sociale	31
4.6 Comportamento alimentare	32
5. CONCLUSIONE	39
6. TABELLE E GRAFICI.....	45
7. BIBLIOGRAFIA	41
8. RINGRAZIAMENTI.....	52

1. INTRODUZIONE

Gli allevamenti dei bovini hanno una grande rilevanza nel comparto zootecnico a livello mondiale con presenza predominante in Asia, Sud America, Africa, America settentrionale ed Europa; a causa di questa distribuzione eterogenea, i bovini si sono adattati alle condizioni climatiche e alimentari più disparate.

In passato l'interesse per la produzione della carne era secondario, ad esclusione delle aree con buona disponibilità di pascoli, per esempio nell'area alpina, nelle regioni della Francia Centrale e in alcune contee del Regno Unito, dove gli animali potevano crescere liberamente. Col passare degli anni e con il processo di urbanizzazione della popolazione, l'interesse nei confronti della carne è fortemente cresciuto.

Negli ultimi decenni però, in particolare dal 1990 al 2007, la produzione mondiale di carne bovina, gran parte della quale proviene dai pascoli, è cresciuta meno dell'1% annuo, raggiungendo un minimo di produzione nel 2008.

1.1 Distribuzione dei bovini da carne nel mondo

L'allevamento dei bovini a livello mondiale si distribuisce eterogeneamente; il paese con il maggior numero di capi allevati è il Brasile, con un numero di 212 milioni di capi, seguito dal India con 210 milioni di capi, seguono USA, EU a 27, Cina Argentina e Messico (Ersaf, 2010).

Negli ultimi decenni, nonostante in tutto il mondo sviluppato si stia assistendo ad una graduale riduzione del consumo di carne bovina, nei paesi in via di sviluppo (Sud Est Asiatico, ad esempio Cina e Corea del Sud), si assiste ad una crescita della domanda di carne bovina, dettata da un cambiamento delle abitudini alimentari di questi paesi che passano da un consumo proteico di origine vegetale a quello animale. Gli ultimi rapporti Fao - Oecd evidenziano un aumento stimato nei prossimi anni del 20% del consumo nei Paesi in via di sviluppo e del 5% nei Paesi cosiddetti sviluppati dell'area Oecd. Secondo le stime USDA del 2010 (Ersaf, 2012), i principali bacini di produzione sono USA, Brasile, UE-27 e Cina (Figura. 1).

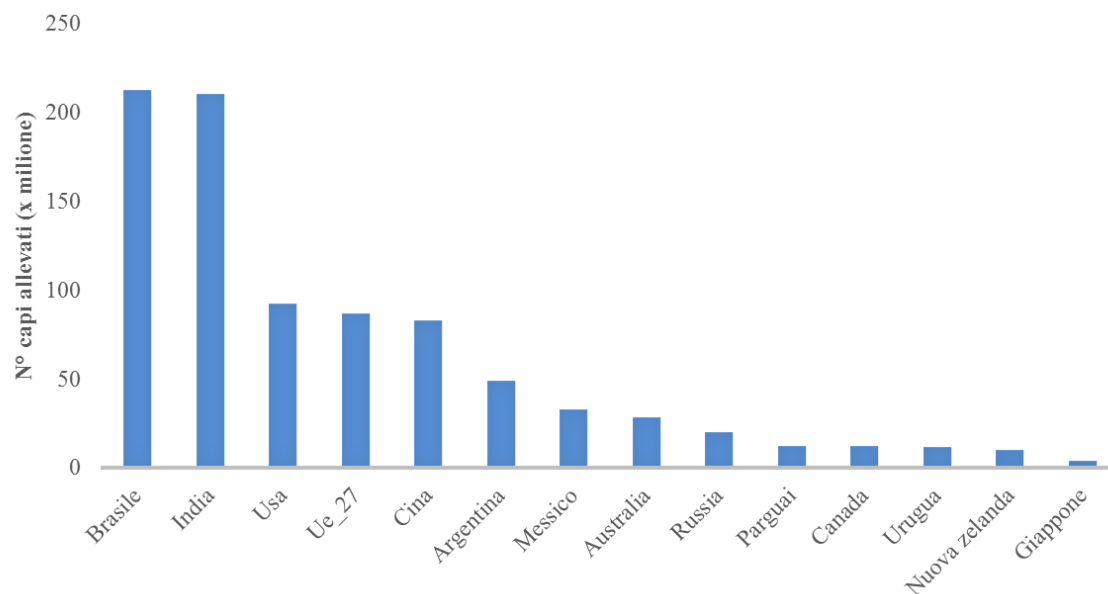


Figura.1 Numero capi bovini da carne allevati a livello mondiale

In Europa l'allevamento dei bovini da carne ha avuto un grande cambiamento con l'avvento delle quote latte, che ha drasticamente ridotto il numero degli allevamenti dei bovini da latte a favore dei bovini da carne.

Il patrimonio bovino Europeo si stima intorno agli 86 milioni di capi allevati: il paese con il più alto numero di capi allevato è la Francia, segue la Germania, Gran Bretagna, e, situata al 6° posto l'Italia (Figura.2).

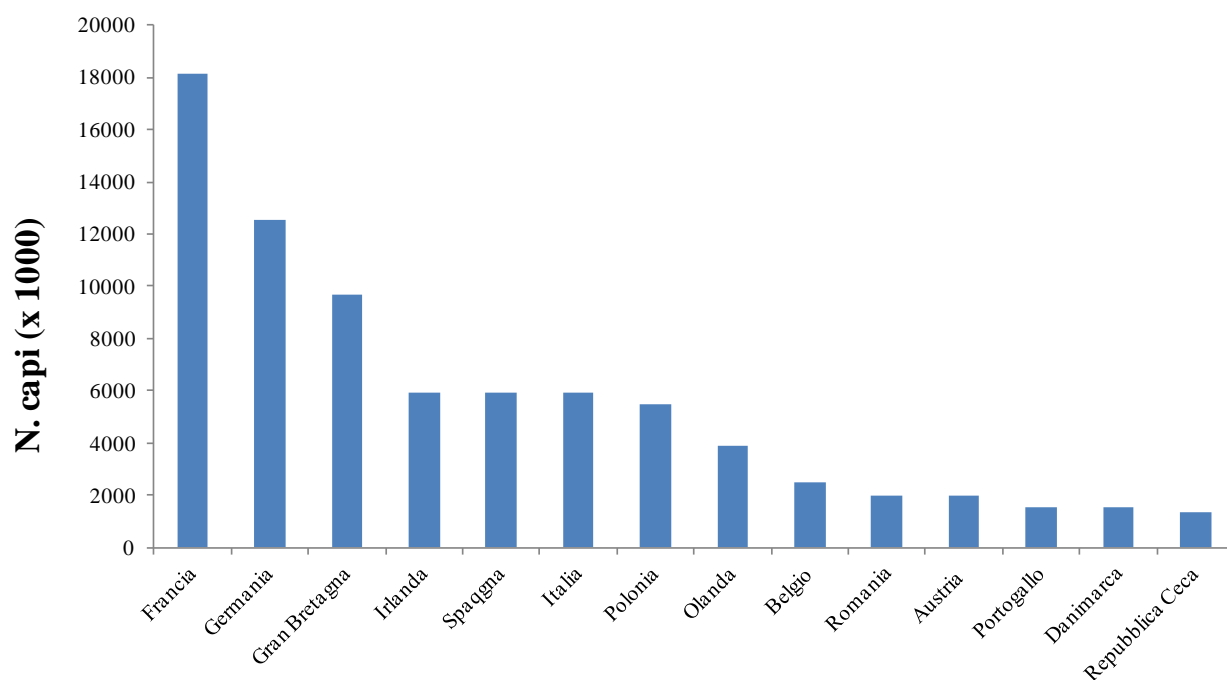


Figura. 2 - Numero bovini da carne allevati in Europa (Ersaf 2012)

L'andamento del mercato della carne bovina in Europa è tendenzialmente in calo. All'interno della Comunità Europea il commercio dei bovini da carne è dinamico tra paesi produttori e paesi consumatori, ed il commercio di carni con paese al di fuori della CE è molto attivo, in particolare la carne viene esportata nei paesi così detti emergenti (Sud Est Asiatico e Corea del Sud).

In Italia, il patrimonio bovino da carne è rappresentato da circa 3,4 milioni di capi; le zone in Italia dove si alleva il maggior numero di capi destinati alla macellazione, sono soprattutto nel nord (Veneto, Piemonte, Lombardia).

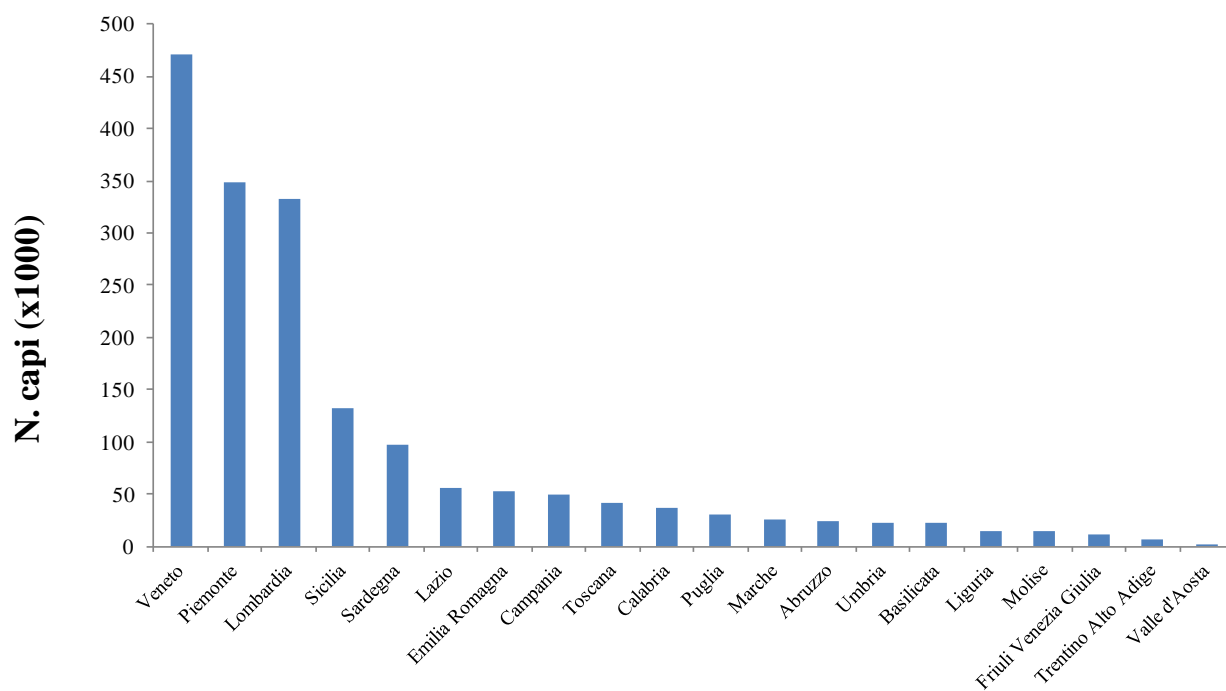


Figura. 3 - Numero di capi bovini allevati in Italia (BDN, 2013).

In Italia la produzione della carne bovina rappresenta un settore chiave per l'agricoltura, per l'industria e la distribuzione alimentare italiana. Nonostante l'importanza che riveste questo settore nell'economia del paese, il numero di bovini in Italia è in continua diminuzione: dai 9,2 milioni di capi allevati nel 1983 si è passati a 3,4 milioni nel 2012. Anche le macellazioni di capi bovini sono in decrescita: nel decennio 2002 e 2012 si è passati da 4,3 a 3,5 milioni di capi allevati. Infatti la produzione italiana di carne bovina nel 2012 era di 0,981 milioni di tonnellate nel 2007 è stata di 1,126 milioni di tonnellate, 28 mila tonnellate in meno rispetto al 2000.

Le prospettive future per il nostro paese non sono molto positive a causa del basso numero di vacche nutrici, che contano 4/500.000 esemplari, dalle quali ne consegue un basso numero di vitelli da ristallo.

Per quanti riguarda la Sardegna, i capi di bovini da carne allevati nel 2013, sono circa 210 mila (BDN, 2013), la maggior parte dei quali sono allevati in Gallura relativamente alle razze specializzate e nelle zone collinari e montane delle aree centrali dell'isola per quanto riguarda i meticci da incroci di razze specializzate con razze rustiche o duplice attitudine. Gli allevamenti sono prevalentemente estensivi ed hanno una tipologia di allevamento simile a quello francese, con un elevato numero di vacche nutrici e un elevato numero di vitelli da ristallo. Dalle aziende del nord Sardegna (Gallura in particolare) ogni anno approdano nei centri ingrasso di tutta la Penisola circa 27000 vitelli da ristallo (6-8 mesi, peso vivo 250-260 kg, ottenuti da incroci fra tori carne Charolaise o Limousine con vacche di razza Sarda e/o Sardo – Bruna). I vitelli sono richiesti dagli ingrassatori per le caratteristiche di rusticità, buon indice di conversione, buon incremento in peso giornaliero, buona resa alla macellazione e ottima qualità delle carni.

1.2 Il settore bovino da carne in Italia

In Italia il 60% del patrimonio bovino da carne è concentrato nelle regioni del nord, principalmente in Lombardia, Piemonte, Veneto ed Emilia Romagna. Lo sviluppo maggiore in queste aree è dovuto principalmente per due motivi, grossi centri abitati e la massiccia produzione di mais sia da insilato che come granella e di prodotti oleaginosi, che compongono la razione. Gli allevamenti sono di grandi dimensioni in media 800 capi. Gli animali sono per la maggior parte provenienti dalla Francia, arrivano in

Italia con un peso che si aggira sui 350 o 400 kg, vengono disposti in box in un numero di 8 o 10 capi per box vengono alimentati con delle razioni specifiche ovvero nella prima fase che si chiama ristallo vengono alimentate con una razione che ristabilizzi l'attività ruminale. Successivamente si passa alle razioni di ingrasso e finissaggio che sono razioni più ricche in concentrati e quindi più energetiche, che danno maggiori accrescimenti (Tabella. 1).

Tabella 1. Razione tipo di bovini da carne nelle fasi di adattamento, ingrassamento e finissaggio.

Alimento	Adattamento	Ingrassamento	Finissaggio
Insilato di mais, 33% s.s., kg	8,0	10,0	10,0
Paglia di grano, kg	1,0	0,8	0,7
Polpe di bietola, kg	1,6	1,3	1,0
Farina soia 44%CP, kg	1,0	1,8	2,0
Farina Mais, kg	1,2	3,1	5,0
Vitamine Minerali, kg	0,2	0,2	0,2
SSI, kg	6,8	9,5	11,0
UFC/kg d.m.	0,9	1,0	1,0
PG% d.m.	12,5	15,0	15,0
RUP,% CP	25,9	25,2	26,4
RDP, %CP	74,3	74,8	73,7
SP	35,0	31,2	29,6
NDF,% d.m.	40,6	32,7	28,4
peNDF,% d.m.	30,7	23,6	19,7
NFC,% d.m.	38,6	45,2	50,3
Amido,%d.m.	23,3	32,1	38,9
EE,% d.m.	2,6	3,0	3,3
Ca, % d.m.	0,8	0,8	0,6
P, % d.m.	0,3	0,3	0,3

Per la distribuzione degli alimenti si utilizza il carro miscelatore, è un macchinario che tritura e miscela tutti i componenti della razione e produce una razione omogenea da somministrare come pasto unico (o unifeed), che può essere secco o umido a seconda degli alimenti utilizzati.

Nell'Italia centro meridionale, e anche in Sardegna per la maggior parte, l'allevamento è costituito da aziende di piccola o media dimensione, con allevamento di tipo estensivo dove le razze da carne italiane sono valorizzate. L'allevamento è quello della linea vacca – vitello. A causa della somministrazione priva di insilato di mais, in queste zone non viene prodotto, in quale consente di abbassare il prezzo della razione

l'allevamento di tipo intensivo non può essere praticato. Infatti la tipologia di razione in queste aree è basata su fieno e concentrato. Le aziende in Europa possono essere classificate in base alle razioni somministrate ai propri animali, esistono tre principali gruppi.

- A) Estensivo: basato principalmente sull'utilizzo del pascolo come quello di alcune regioni Inglesi e Irlandesi.
- B) In stalla: l'allevamento vede i bovini confinati in stalla e alimentati con insilato e concentrato; questa tipologia di allevamento è tipica di quasi tutta l'Europa continentale.

Anche in Spagna l'allevamento dei bovini da carne prevede una stabulazione libera in stalla con un sistema di alimentazione simile a quello Americano, caratterizzato da un elevato uso di concentrati e un alto carico di animali.

1.3 Il settore bovino da carne in Spagna

Il sistema del bovino da ingrasso è il terzo settore produttivo spagnolo per importanza, il primo è il settore del bovino da latte seguito da quello del suino. In Spagna il vitello da ingrasso può derivare principalmente:

- dalle vacche nutrici allevate nel nord della Spagna in modo estensivo con razze autoctone
- da vacche da latte, logicamente solo gli individui maschi in quanto non facenti parte della quota di rimonta come le femmine.

In Spagna, il patrimonio bovino da carne è rappresentato da circa 6 milioni di capi (Annuario de statistica, 2013); il sistema produttivo del

bovino da carne è sostanzialmente diviso in due grandi gruppi, da una parte vi sono le vacche nutrici che servono per produrre vitelli da ristallo e dall'altra vi sono i vitelli da ingrasso. Il sistema produttivo spagnolo divide la penisola iberica in due zone nella parte nord Castiglia, Estremadura e Andalusia seguito da altre regioni quali Galizia, le Asturie e la Cantabria dove si allevano principalmente vacche nutrici per la produzione di vitelli da ristallo secondo il modello francese; invece, in prossimità dei grandi centri come Madrid e Barcellona in particolare, ma anche Lérida, Toledo o Segovia, si pratica l'allevamento intensivo del vitello da ingrasso.

In Spagna, la produzione della carne bovina rappresenta un settore chiave per l'agricoltura, per l'industria e la distribuzione alimentare spagnola. Le aziende zootecniche spagnole hanno avuto un miglioramento dagli anni 80, infatti si è assistito al rilancio del settore del bovino da carne a causa della ripresa economica e di un nuovo piano di politica estera che ha visto l'importazione di materie prime come il mais, orzo, soia, girasole, utili insieme alle innovazioni scientifiche, alla formulazione di nuovi tipi di mangimi e di diete. Questo tipo di strategia ha permesso alle aziende di potersi ammodernare ad esempio con l'introduzione del sistema "Flex Auger sistem", un modello utilizzato negli allevamenti suini, che in Spagna sono tecnologicamente più avanzati, e adattato al settore del bovino da carne. Tale sistema è descritto in dettaglio nel paragrafo successivo.

1.4 Descrizione del sistema produttivo della Catalogna

Per quanto riguarda la Catalogna, il numero di bovini da carne si aggira sui 500 mila capi, la maggior parte delle aziende sono raggruppate in cooperative, consentendo di abbassare notevolmente il costo degli alimenti, e di avere anche un maggior potere contrattuale al momento della vendita.

Gli animali che si allevano nei centri ingrasso sono prevalentemente frisoni incrociati con razze da carne ma si possono trovare anche animali di razza Montbeliarde o Normanna. Gli animali sono acquistati il più delle volte dalla Francia, ma anche dall'Austria e dalla Germania.

Gli animali arrivano in dei centri specializzati dove sin da subito viene applicata una profilassi vaccinale per le più importanti malattie di tipo respiratorio e per i clostridi. Vengono trattati per la cura dei parassiti esterni ed interni ed un mix di antibiotici e vitamine per ridare vitalità al vitello stressato dal lungo viaggio.

Successivamente le fasi da ingrasso si dividono come segue:

- 1) il vitello sin da subito viene alimentato con latte ricostituito in dose di 250 gr di farina latte per due litri d'acqua per due volte al giorno, sempre presente il mangime. Questa fase può durare circa 2-3 mesi;
- 2) una volta che il vitello riesce ad ingerire una discreta percentuale di concentrato si riduce il contenuto di latte;
- 3) quando il vitello è in grado di ingerire 1 kg di concentrato per tre giorni consecutivi può considerarsi un vitello svezzato. La composizione di un mangime per vitelli durante lo svezzamento è

costituita da (15,8% proteina grezza (PG), 4,5% fibra grezza (FG), 4,8% estratto etereo (EE), 6,0% Ceneri, 0,8% calcio, 0,42% fosforo).

- 4) successivamente si passa al periodo di transizione dove il vitello ha circa 70-80 kg; in questa fase gli animali sono raggruppati nei box e l'animale mangia solo prodotto solido; durante tutta la fase riesce a consumare in media circa 4,5 kg di concentrato composto da 15,8% PG, 4,8% FG, 4,1%EE, 6,0% Ceneri, 0,8% calcio, 0,42% fosforo.

Le dimensioni del box sono generalmente di 12 X 12 metri nei quali sono collocati un totale di 34 vitelli. Le stalle sono in lettiera permanente ed il fronte di mangiatoia è costituito da un abbeveratoio a livello. Una mangiatoia dove viene collocata la paglia e una mangiatoia (comedero) dove viene distribuito il mangime, il quale viene portato con il sistema chiamato Flex Auger system.

Il sistema a Flex Auger system. è il sistema più diffuso in tutta Spagna, a fianco di ogni stalla sono situati uno o più silos alla base dei quali sono disposti dei tubi in PVC disposti sulla parte alta della stalla in maniera parallela alle mangiatoie; in corrispondenza di essi viene fatto calare un tubo che sta ad una distanza dal fondo della mangiatoia a circa 5,0 cm in modo tale da far fuoriuscire il mangime in maniera graduale, tutto questo si ripete in corrispondenza di ogni mangiatoia che di solito sono 6. L'alimento viene trasportato dai silos alle mangiatoie con un sistema di coclee che stanno all'interno dei tubi in PVC e vengono azionate da un motore elettrico situate alla fine della stalla (Figura 4).

Quando gli animali arrivano ad un peso di 120-130 kg vengono portati in stalle da ingrasso/finissaggio e suddivisi in gruppi da 17 per box, dove rimangono sino a quando non raggiungono il peso complessivo di 420 kg. L'alimentazione è costituita da paglia (10%) e da concentrato (90%). Gli animali sono macellati prima dell'anno di vita, questo fa sì che gli animali abbiano un buon indice di conversione alimentare ovvero mangiano in media 7,2 kg/ss. e si accrescono di un 1,5 kg quindi raggiungono un indice di conversione (I.C.A) $\approx 4,8$.



Figura. 4 Esempio del fronte di mangiatoia nel Flex Auger system

2. OBIETTIVO DELLA TESI

Il presente lavoro di tesi si inserisce in un quadro di ricerca più ampio condotto presso l'IRTA, Istituto di Ricerca Agroalimentare della Catalogna, nel quale sono state studiate diverse strategie di alimentazione per ridurre i consumi e le spese in una azienda zootecnica di bovini da carne, e per migliorare l'efficienza alimentare dei vitelli da carne.

Una parte preliminare della ricerca è stata condotta per valutare l'effetto sulle prestazioni, sull'alimentazione, sul comportamento degli animali, sul loro benessere, sulla salute ruminale e sulla qualità delle carcasse, di diete alimentari con percentuale di concentrato differente. I risultati di questa prima fase hanno evidenziato possibili strategie di riduzione del consumo totale di concentrato senza compromettere le performance produttive degli animali. Tuttavia non sono state osservate diminuzioni degli sprechi di alimento. I costi di alimentazione possono essere ridotti anche evitando, o diminuendo, quelli che vengono definiti "sprechi" di mangiatoia, in particolare il consumo di alimento non ingerito. Ad esempio è considerato spreco la parte di mangime che l'animale prende dalla mangiatoia con la bocca ma riversa sul suolo in prossimità della mangiatoia stessa o nel box quando effettua spostamenti continuando a mangiare e perde alimento dalla bocca. L'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare l'efficienza di una innovativa strategia di somministrazione alimentare durante la fase di alimentazione del vitello. A tale scopo è stato adattato e studiato un particolare tipo di alimentatore costituito da una singola postazione con protezioni laterali (chiamata Tunnel); tale sistema è usato da tempo negli

allevamenti suini. Lo studio mirava ad usare questo tipo di alimentatore agli allevamenti bovini da carne con una mangiatoia supplementare di adattamento per ottenere una diminuzione dei consumi di concentrato e degli sprechi in mangiatoia senza compromettere le performance produttive nei vitelli Holstein (Verdú et al., 2015)..

3. MATERIALE E METODI

3.1 Animali, strutture e alimentazione

Gli animali erano allevati presso la cooperativa Agropecuaria Montgai SL (Lleida, Spagna), e sono stati gestiti secondo i principi e le linee guida specifiche del Comitato Animal Care dell'IRTA.

La prova sperimentale è stata condotta su 102 vitelli del peso di 120 ± 3.8 kg e dell'età di 4 mesi circa, dei quali 87 capi erano incroci derivanti da Frisona x razze da carne, 4 di razza Pezzata rossa e 11 Normanna. L'esperimento è durato 42 giorni, suddivisi in 14 giorni per il periodo di adattamento e 28 per il periodo iniziale della fase di ingrasso.

Gli animali appena arrivati in azienda sono stati pesati singolarmente, pinzati con un'apposita targhetta identificativa ed un microchip. Successivamente gli animali sono stati suddivisi in 6 box in modo tale da avere un peso uniforme per box. I box, due trattamenti per tre repliche ciascuno, erano identificati con i numeri 1, 3 e 5 per i box di controllo (CTRL) mentre i box numerati con 2, 4 e 6 erano i box sperimentali (ADAP). Le differenze tra i box CTRL e ADAP erano dovute ad una mangiatoia supplementare presente nei box ADAP per una ulteriore distribuzione di concentrato al fine di comprendere quale fosse la strategia migliore per la somministrazione del concentrato.

Ciascun box era lungo 12 metri e largo 6 per un totale di 72 mq, 17 vitelli per ogni box, pertanto ciascun animale ha a disposizione 4.23mq. Il box era diviso in due zone, una di riposo e una di alimentazione di 36 mq

ciascuna. Il fronte di mangiatoia era costituito un abbeveratoio per la somministrazione dell'acqua e una mangiatoia con 7 spazi di alimentazione, destinata alla paglia (3,00 m di lunghezza x 1,12 m di larghezza x 0,65 m di profondità). Accanto a questa zona vi era uno spazio per singolo animale con protezioni laterali (1,40 m di lunghezza x 0,80 m), chiamato tunnel (Verdú et al 2015), nel quale era presente una mangiatoia computerizzata delle dimensioni di 0,50 m di lunghezza x 0,26 m di larghezza x 0,15 m di profondità, dedicata esclusivamente al concentrato.

La mangiatoia per i concentrati presente nel tunnel era costituita da un raccoglitore con il concentrato, in verticale e perpendicolarmente a questo. È disposto un cilindro di capacità di 15 kg; tale cilindro era collegato ad un successivo contenitore della capacità di 45 kg, munito di due sonde che controllano il livello di mangime. Quest'ultimo contenitore veniva riempito a richiesta dei sensori tramite il sistema Flex Auger System descritto nella parte introduttiva della tesi. Nei box ADAP e CTRL era presente un lettore di microcip che individuava l'animale ogni qual volta un vitello inseriva la testa e le orecchie nella mangiatoia collegato ad un software che registrava il movimento dell'animale e una cella di pesatura disposta nella parte terminale adiacente alla mangiatoia, chiamata "bocca", che calcolava il contemporaneamente consumo di alimento da associare all'animale identificato. Tutti i dati erano inviati al software VOLTEC che registrava il consumo individuale degli animali. L'importanza della misura della ingestione individuale è stata fondamentale anche in fase preliminare per individuare gli animali che, non entrando nel tunnel, dimostravano

l'incapacità all'adattamento della tecnica di alimentazione scelta. Nel presente caso studio è stato escluso un solo vitello prima della prova per scarso adattamento. Al fine di abituare gradualmente gli animali al tunnel nei primi 4 giorni, le paratie laterali erano sollevate, successivamente sono state abbassate e per i successivi 7 giorni è stata ampliata la larghezza del tunnel. Nei box CTRL invece il tunnel era basso ma per la prima settimana rimaneva più aperto, questo per facilitare l'accesso dei vitelli e farli adattare più facilmente al Tunnel.

Nel box CTRL non vi era alcun controllo elettronico pertanto non si poteva stimare il consumo/d per capo; giornalmente veniva calcolato il peso dello scarto al fine di poter stimare un consumo medio di concentrato nella mangiatoia per ogni box. Inoltre a differenza dei box CTRL, in quelli ADAP era disposta un'ulteriore mangiatoia delle stesse dimensioni di quella presente nel tunnel anch'essa adibita alla somministrazione del concentrato ma in maniera collettiva non individuale come quella del tunnel..

Il consumo di paglia invece era basato sulla stima di un calcolo settimanale. Ogni settimana inoltre gli animali sono stati pesati singolarmente e il loro peso è stato registrato per la stima degli accrescimenti.

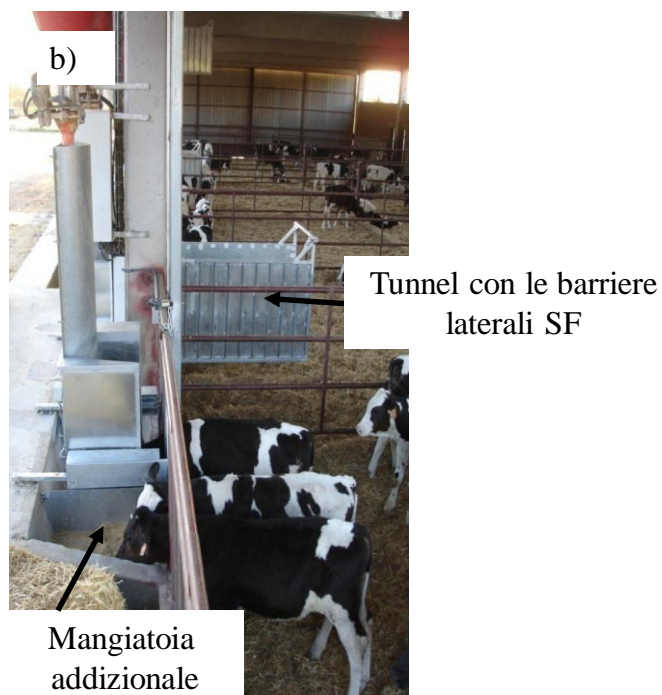


Figura 5 Disposizione di una mangiatoia addizionale single-space feeder (senza le barriere laterali) sul lato sinistro della mangiatoia computerizzata single-space feeder con le barriere laterali (SF) nella zona di alimentazione del tunnel. (a) vista frontale e (b) vista laterale più dettagliata.

3.2 Formula e composizione chimica del concentrato e performance produttive

Il concentrato somministrato in mangiatoia durante le prime 2 settimane (Fase di adattamento) e durante le restanti 4 settimane (fase di ingrasso) era composto dagli elementi riportati in Tabella 2. Per quanto concerne la paglia somministrata aveva le seguenti caratteristiche chimiche: 3,5% di PG, 70,9% di NDF, 1,6% di EE, 6,1% di ceneri, 90% di sostanza secca Sia il concentrato che la paglia sono stati somministrati *ad libitum*.

Tabella 2. Ingredienti e composizione chimica del concentrato somministrato ai vitelli durante il periodo di adattamento e di ingrasso.

Concentrato	Adattamento	Ingrasso
Ingredienti, % di SS		
Mais	36,0	36,1
Orzo	18,9	
Soia 47% pg	11,8	2,7
Farina di grano	8,0	22,7
Farina di glutine di mais	8,0	
Farina grossolana di mais		20,0
Granella di mais distillata		12,0
Bucchette di soia		3,0
Olio di palma	2,0	1,2
Carbonato di Calcio	1,8	1,4
Urea		0,4
Sale	0,3	0,3
Ossido di Magnesio	0,2	
Vitamina-Minerali	3,0	0,2
Analisi chimica del mangime, % SS		
Ceneri	7,0	5,4
Me,Mcal/kg	3,1	3,2
PG	17,2	16,0
NDF	17,1	23,9
EE	5,9	7,5
NFC	52,8	47,2

Per quanto riguarda la quantità di concentrato da somministrare nella mangiatoia addizionale nei box ADAP si è scelto di somministrare inizialmente 70 kg/d per box e di diminuire di 5 kg/d per box al fine di non somministrare più concentrato addizionale a partire dal 15° (primo giorno della fase di ingrasso) e costringere il vitello ad alimentarsi esclusivamente nel tunnel.

3.3 Condotta alimentare

La condotta alimentare è stata valutata tramite dei filmati registrati da videocamere disposte alle spalle dei tunnel di tutti i box. Le registrazioni erano utilizzate per poter controllare il comportamento di tutti gli animali sul fronte di mangiatoia. In particolare veniva osservato quante volte gli animali accedevano alla mangiatoia individuale e quante a quella collettiva o alla paglia o all'acqua; venivano registrati inoltre, tutti gli spostamenti degli animali, le soste e le attese di ciascuno per accedere alle mangiatoie. I filmati venivano registrati dalle ore 6:00 alle ore 10:00 del mattino.

3.4 Osservazioni delle interazioni sociali

All'interno di ciascun box venivano inoltre valutate le interazioni tra animali al fine di studiare i comportamenti sociali. Le attività generali (mangiare, bere, ruminare, etc.) dei vitelli, riportate in Tabella 2, venivano valutate una volta alla settimana per tutta la durata della prova (6 settimane). Le osservazioni venivano effettuate controllando due box per volta per 15 minuti. L'osservatore attendeva 4 minuti per abituare

l'animale alla sua presenza, e successivamente, trascorso questo tempo l'osservatore registrava l'esatto comportamento di ogni animale presente nel box (tempo 0). Le successive registrazioni istantanee venivano effettuate al 5° e al 10° minuto. Durante i 15 minuti inoltre l'osservatore registrava i comportamenti particolari. terminate le registrazioni dei 6 box, veniva ripetuta l'osservazione per una seconda volta.

Tabella 2 Attività generali (Mach et al., 2008; Robles et al., 2007; Marti et al., 2010).

Mangiare	L'animale ha la testa nella mangiatoia ed è impegnato nella masticazione. Un'osservazione è definita tale quando il vitello sta mangiando e deglutendo con il musello nella mangiatoia.
Bere	L'animale ha la bocca nel abbeveratoio. Si appunta una osservazione quando il vitello ha il musello nell'abbeveratoio.
Ruminare	La masticazione, la deglutizione e il rigurgito.
Posizione sdraiata	L'animale è sdraiato e non sta più sulle 4 zampe.
Posizione in piedi	L'animale sta posizionato sulle 4 zampe.
Combattimento	Avviene un conflitto tra due vitelli testa contro testa
Sbattersi	Il vitello colpisce in maniera vigorosa con la testa una qualsiasi parte del corpo di un altro vitello
Spostarsi	Un vitello viene spinto da un altro vitello
Cacciare	Un vitello insegue un altro vitello ponendolo in fuga e correndogli dietro
Sottomettere	Un vitello colpisce con forza un altro vitello che si è arreso al vincitore
Self grooming	L'animale lecca il proprio corpo con la lingua
Osservazioni sociali	Un vitello annusa o lecca un animale vicino a lui
Osservazioni orali	L'animale lecca la struttura con la lingua
Comportamenti di osservazione	Il vitello ascolta, sta allerta, guarda o sta attento ad un suono
Flehmen	L'animale ha il labbro superiore innalzato
Atto di monta	L'animale ha la testa poggiata sul retro di un altro vitello
Atto completo di monta	Il vitello ha gli arti anteriori sul retro di un altro

4. RISULTATI E DISCUSSIONI

4.1 Stato sanitario degli animali

Un vitello dal trattamento ADAP (Tipologia di mangiatoia ADAP, adaptation) è stato rimosso dopo il primo giorno (1 g) dallo studio in quanto morto a causa di polmonite. Per quanto concerne i trattamenti veterinari registrati durante la prova (42 g) non vi erano differenze significative tra le strategie di adattamento scelte (12,1 e $8,5 \pm 4,91\%$ vitelli trattati per CTRL (Controllo) e ADAP, rispettivamente; dati non riportati).

4.2 Adattamento degli animali alle strategie adottate

Due vitelli sono stati rimossi dallo studio a causa della loro incapacità di adattarsi al design SF (Single-space Feeder, Tunnel), uno per ogni trattamento. Nessuna differenza tra i trattamenti è stata osservata sul numero di animali assistiti durante l'accesso al Tunnel SF (dati non riportati).

Inoltre, la maggior parte dei vitelli imparavano ad accedere all'alimentatore superando subito le difficoltà di adattamento al nuovo sistema. L'incidenza dei problemi di adattamento in termini di numero di vitelli che hanno ricevuto assistenza, insieme al numero di assistenze date, era molto basso per entrambi i trattamenti durante il periodo di adattamento. Tuttavia, la strategia ADAP minimizzava numericamente i

problemi di adattamento evidenziando un migliore adattamento al design del Tunnel SF.

Questo aspetto è importante a livello commerciale; sarebbe infatti troppo laborioso e dispendioso e pertanto meno pratico per un normale allevatore con una conseguente applicazione difficile in normali condizioni di campo pratico.

4.3 Consumi alimentari e performance degli animali

Il consumo di concentrato sia nel sistema CTRL che in ADAP, è stato analizzato per una settimana (Tabella 3). Durante la prima settimana del periodo di adattamento, i vitelli allevati nel sistema ADAP ($3,5 \pm 0,12$ kg/d) registravano un maggiore assunzione di concentrato ($2,8 \pm 0,12$ kg/d). Tuttavia, nessuna differenza statisticamente significativa ($P > 0,10$) tra i trattamenti è stata osservata per le successive 5 settimane. Inoltre, la strategia di adattamento al SF ha avuto effetto ($P < 0,05$) BW (body weight, peso corporeo) finale dopo 42 g di studio; infatti è risultato che il gruppo cresciuto in ADAP presentava un BW maggiore rispetto al CTRL. In particolare, i risultati un peso finale significativamente più elevato nel gruppo ADAP rispetto al gruppo di CTRL (182 vs 176 kg periodo, rispettivamente; $P < 0,01$). Poiché il peso iniziale era identico nei due gruppi, le differenze nel peso finale sono dovute agli accrescimenti più elevati nel gruppo ADAP rispetto al gruppo di CTRL (1,37 vs 1,24 kg/d per capo, rispettivamente; $P < 0,01$). Tuttavia, l'efficienza di alimentazione

($0,37 \pm 0,011$ kg/kg), il consumo di concentrato cumulativo ($140,8 \pm 2,50$ kg dopo 42 d), e il consumo di paglia ($0,4 \pm 0,03$ kg/d) non sono stati influenzati ($P > 0,10$) dalla strategia di adattamento utilizzato.

Questi risultati indicano, come previsto, che il maggiore impatto della strategia di adattamento è stato l'aumento del consumo di concentrato nella prima settimana dopo l'arrivo (effetto a breve termine). Successivamente i consumi di concentrato giorno per giorno durante le prime 2 settimane avvalorano questa differenza di assunzione osservata tra i trattamenti nella la prima settimana del periodo di adattamento. Anche in un precedente studio (Verdú et al., 2015) è stato mostrato un effetto dovuto alla strategia di adattamento sul consumo di concentrato durante il periodo di adattamento, nel quale si evidenziava una variazione di consumo nel modello giorno per giorno. A differenza dei vitelli cresciuti nel box con il sistema ADAP, che hanno mantenuto consumi costanti di circa 3,4 kg/d, gli animali cresciuti nel box con il sistema di CTRL, hanno mostrato una assunzione più variabile di concentrato, soprattutto durante la prima settimana del periodo di adattamento.

Dopo il 4 giorno del periodo di studio di adattamento ai sistemi adottati, le sponde laterali del tunnel nel sistema CTRL e ADAP sono state abbassate. La conseguenza di questa operazione ha determinato una riduzione del consumo di concentrato nel sistema CTRL (Figura 6). Di conseguenza, i vitelli nei box con strategia di CTRL hanno avuto bisogno di un'ulteriore settimana per raggiungere i consumi di concentrato simili, rispetto a quelli degli animali cresciuti nei box con strategia ADAP.

Pertanto, la gestione delle barriere laterali del tunnel è risultata particolarmente critica durante la prima settimana di adattamento.

In bibliografia non ci sono studi che evidenziano strategie di adattamento al Tunnel SF per il consumo di concentrato nei bovini. Tuttavia, molte altre strategie sono a state studiate per favorire l'assunzione di concentrato nei vitelli dopo l'arrivo nei box (Loerch e Fluharty, 1999), perché i vitelli appena arrivati hanno bassi consumi alimentari (Hutcheson e Cole, 1986) e questo potrebbe compromettere l'accrescimento animale. Inoltre, anche i dati di assunzione del concentrato nelle settimane 3-6 (fase di ingrasso) dello studio corrente indicano che la prima settimana è il momento più importante per l'adattamento al design del Tunnel SF. Per tutte queste ragioni, questo studio suggerisce che la combinazione di strategie di adattamento (barriere laterali inizialmente alzate e un ulteriore mangiatoia, presenti nel sistema ADAP) ha permesso di raggiungere l'obiettivo iniziale della strategia di adattamento (per facilitare l'accesso di alimentazione e incoraggiare il consumo di concentrato) durante la prima settimana. Non sono stati trovati studi relativi alla gestione delle barriere laterali nel SF sull'alimentatore, ma i dati del nostro studio evidenziano la necessità di lasciare aperto il tunnel nei primi 4 giorni per garantire l'accesso più facilmente. Allo stesso tempo, anche l'utilizzo di una seconda mangiatoia adiacente al tunnel è da considerare una strategia vincente per raggiungere l'obiettivo, in accordo con González et al. (2008), che ha riportato una maggiore assunzione di

concentrato all'aumentare del numero di postazioni di alimentazione (da 1 a 2) in box con 8 vitelli.

4.4 Comportamento Animale

Attività generali

Durante il periodo di osservazione di 2,5 ore del mattino (08:30-11:00), si è evidenziato che la percentuale di vitelli in piedi ($64,0 \pm 0,87\%$), sdraiato ($36,0 \pm 1,12\%$), che consumavano paglia ($10,2 \pm 0,40\%$), e ruminavano ($16,4 \pm 0,74\%$) non erano condizionati dalla strategia di adattamento al tunnel durante tutte le 6 settimane di studio, compresa la prima settimana del periodo di adattamento (dati non mostrati). Tuttavia, durante la prima settimana del periodo di adattamento, una maggiore percentuale di animali in piedi era superiore nel gruppo CTRL rispetto al gruppo ADAP (71,9% e 63,5%, rispettivamente, $P < 0,01$). Al contrario il numero di animali sdraiati era statisticamente più elevato nei box con strategia ADAP rispetto a quelli presenti nei box con strategia CTRL; il particolare la percentuale di animali sdraiati era 36,5% e 28,1% rispettivamente in CTRL e ADAP ($P < 0,01$). Per quanto riguarda il consumo di concentrato, gli animali presenti nel gruppo ADAP presentavano una più alta percentuale di vitelli che mangiavano rispetto al gruppo CTRL (10,8% e 6,9% rispettivamente, $P < 0,01$). Al contrario gli animali che consumavano paglia erano significativamente superiori nel gruppo CTRL rispetto al gruppo ADAP (11,4% e 8,3% rispettivamente $P < 0,01$). Infine gli animali

che bevevano erano significativamente superiori nel gruppo ADAP rispetto al gruppo CTRL (3,4% e 1,5% rispettivamente $P < 0,01$) (Tabella 4).

Ovviamente, la strategia ADAP ha registrato più vitelli durante la fase di mangiare nella prima settimana di studio a causa della presenza delle barriere laterali del tunnel alzate e dell'alimentatore aggiuntivo. In particolare le maggiori percentuali di animali che mangiavano concentrato nei box ADAP erano soprattutto dovute alla presenza della mangiatoia addizionale. Anche la valutazione dei dati registrati dalle attività generali comportamentali, indicano che la prima settimana di studio è il momento più importante e cruciale per adattare gli animali al tunnel. Inoltre, i dati evidenziano come le strategie adottate nel sistema ADAP avevano compiuto il loro scopo, ovvero aiutare gli animali all'adattamento al Tunnel SF.

La maggiore percentuale di animali che bevono nella strategia ADAP potrebbe essere invece correlata al maggior apporto concentrato registrato durante la prima settimana rispetto al CTRL. È noto che l'ingestione di concentrato e acqua sono fortemente correlati (Nocek e Braund, 1985;. González et al, 2009; Rodriguez-Prado et al., 2012).

Nelle restanti settimane (dalla 2° alla 6° settimana) i dati delle attività generali registrate, hanno evidenziato come unico risultato statisticamente l'attività del mangiare concentrato che si presentava con una percentuali di animali alla mangiatoia superiore nei box ADAP rispetto a quelli nei box CTRL (6.6% e 6.0% rispettivamente $P < 0.01$) (Tabella 5)

4.5 Comportamento sociale

Durante la registrazione del mattino (08:30-11:00) dei primi 7 giorni, nessuna differenza tra i trattamenti è stata osservata nei comportamenti legati alle interazioni non competitive tra i vitelli ($23,2 \pm 0,11$ volte / 15 min di auto-governarsi, $3,4 \pm 0,67$ volte / 15 min di interazioni sociali, e $2,6 \pm 0,42$ volte/15 min di comportamenti orale, i dati non riportati). Allo stesso modo, le interazioni competitive non sono state influenzate dalla strategia di adattamento ($2,0 \pm 0,27$ volte/15 min di combattimento, $1,2 \pm 0,25$ volte / 15 min di cozzare, $0,2 \pm 0,06$ volte / 15 min di inseguimento, e $0,1 \pm 0,03$ volte / 15 min di inseguimento e sottomissione). Tuttavia, i vitelli cresciuti nei box ADAP hanno evidenziato percentuali statisticamente differenti ($P < 0,01$); in particolare la frequenza degli spostamenti era maggiore ($1,8 \pm 0,34$ volte / 15 min) rispetto agli animali nei box CTRL ($0,7 \pm 0,34$ volte / 15 min) (Tabella 6). Questa differenza registrata negli spostamenti, era probabilmente conseguenza della mancanza delle barriere laterali del tunnel nei primi 4 giorni, e la presenza di una mangiatoia addizionale del concentrato che favorisce la competizione per l'accesso all'alimento.

Per quanto riguarda il periodo che va dalla 2° settimana alla 6° dello studio sono state osservate differenze nei comportamenti non competitivi nei quali gli animali presenti nei Box CTRL mostravano percentuali superiori rispetto a quelli dei box ADAP nelle attività di leccarsi, leccare altri vitelli del gruppo e leccare le strutture (Tabella 7). Tuttavia queste differenze non erano influenzate dalla tipologia di adattamento.

Per quanto riguarda le attività sociali competitive, l'unica differenza statisticamente significativa è stata osservata anche in questo caso nello spostamento e inseguimento degli animali; in particolare le percentuali registrate erano più elevate negli animali cresciuti nei sistemi ADAP rispetto a quelli CTRL (Tabella 8)

4.6 Comportamento alimentare

Durante le prime 2 settimane (periodo di adattamento), l'osservazione del comportamento alimentare degli animali nei confronti della mangiatoia del concentrato, ha evidenziato una interazione tra strategia e il giorno di adattamento; le riprese hanno mostrato differenze nel tempo di occupazione, ovvero il tempo di permanenza dell'animale nella mangiatoia, nel numero di vitelli, nel numero di visite, ovvero il numero di volte in cui l'animale si presentava davanti alla mangiatoia, negli spostamenti, e nel tempo di attesa per accedere alla mangiatoia (Tabella 8). In particolare, percentuali più elevate nel tempo di occupazione della mangiatoia sono state evidenziate nei box ADAP rispetto al gruppo di CTRL (280 e 214 min rispettivamente; $P < 0,01$). Per quanto riguarda invece il tempo di attesa per accedere alla mangiatoia era significativamente più elevato nel gruppo CTRL rispetto al gruppo di ADAP (214 e 170,4 min rispettivamente; $P < 0,01$). Il numero di vitelli ripresi mentre mangiavano contemporaneamente è stato significativamente più basso nel gruppo ADAP rispetto al gruppo CTRL (1,1 e 1,9 volte rispettivamente; $P < 0,01$). Contrariamente, il numero di visite dei vitelli era significativamente più

elevato nel gruppo ADAP rispetto al gruppo CTRL (49,6 e 19,2 volte rispettivamente; $P < 0,01$) così come era maggiore il numero di spostamenti/incornate fra vitelli nei box con il sistema ADAP rispetto agli stessi registrati negli animali presenti nei box con il sistema CTRL (10,8 e 4,1 numero/ore, rispettivamente; $P < 0,01$). Contrariamente al numero di visite degli animali nella mangiatoria del concentrato, il numero di visite degli animali nella mangiatoia della paglia era significativamente più elevato nel gruppo CTRL rispetto al gruppo ADAP (41,0 e 35,8 numero visite rispettivamente; $P < 0,01$), così come il numero di visite nell'abbeveratoio (17,9 e 15,5 volte in CTRL e ADAP rispettivamente; $P < 0,01$).

Inoltre, per le restanti 4 settimane dello studio (periodo di ingrasso), la strategia di adattamento non ha influenzato ($P > 0,10$) il comportamento alimentare rispetto alla mangiatoia del concentrato ($6,4 \pm 0,30$ numero di visite giornaliere, $9,7 \pm 0,74$ min di durata del pasto, $55,5 \pm 3,57$ min di durata complessiva pasto quotidiano, 240,8 min di durata tra i pasti, e $1,319.5 \pm 7,61$ min di durata tra i pasti totale giornaliera). Inoltre non è stato osservato alcun effetto a medio termine della strategia di adattamento sul comportamento alimentare nei confronti della mangiatoia del concentrato.

Nel periodo che intercorre tra giorno 1 e il giorno 5 della fase di adattamento, un maggiore ($P < 0,01$) tempo di occupazione nella mangiatoia del concentrato è stato registrato nei box con il sistema ADAP ($296,8$ e $300,7 \pm 10,26$ min, rispettivamente) rispetto a quelli CTRL (rispettivamente

200,4 e $215,4 \pm 10,26$ min.), come conseguenza di una mangiatoia addizionale disponibile nella strategia ADAP. González et al. (2008) hanno riportato risultati simili nei quali emergeva un aumento del tempo trascorso in mangiatoia all'aumentare delle postazioni disponibili per i vitelli.

Al contrario, al 15° giorno del periodo di adattamento, data in cui termina la somministrazione di concentrato nella mangiatoia addizionale, non sono state osservate differenze ($P > 0,10$) tra i trattamenti in relazione al tempo di permanenza nella mangiatoia ($203,4 \pm 10,26$ min): entrambi i trattamenti avevano una sola mangiatoia nel tunnel. In particolare, la presenza di una mangiatoia supplementare priva di tunnel aumenta il tempo di permanenza alla mangiatoia del concentrato del 37% (90 min) durante il periodo di adattamento (giorni 1 e 5).

Inaspettatamente, il tempo di occupazione della mangiatoia addizionale (1°- 5°giorno) è diminuito del 30% (60 min) quando il numero di mangiatoie per box aumentava (due mangiatoie in ADAP). Infatti, se il tempo di occupazione della mangiatoia viene espresso in relazione alla diminuzione dello spazio disponibile/box (nei box con il sistema ADAP con stesse dimensioni dei box CTRL ma con due mangiatoie) nei sistemi che hanno adottato la strategia ADAP vi è maggior competizione tra gli animali per cui il tempo di permanenza alla mangiatoia viene ridotto; questa ipotesi è supportata dai maggiori spostamenti registrati negli animali presenti nei box ADAP.

Contrariamente a quanto si possa pensare, quest'ultimo risultato potrebbe considerarsi come un effetto positivo della strategia ADAP in

quanto l'animale potrebbe essere incoraggiato al consumo di concentrato, come confermato dal maggior consumo di concentrato nei sistemi ADAP e dai dati di crescita dei vitelli descritti in precedenza. Inoltre, un incremento del consumo di mangime, quando i livelli di concorrenza nei confronti dei mangimi aumentano, è stato segnalato anche da altri autori (Elizalde, 1993; Olofsson, 1999). Infine, dopo 2 settimane di adattamento, quando è presente un'unica postazione di alimentazione, il tempo di occupazione della mangiatoia registrato non era statisticamente differente tra i trattamenti (circa 200 minuti), indipendentemente dalla precedente strategia di adattamento. Dai dati del comportamento alimentare si evince che un tempo di occupazione della mangiatoia di circa l'80% del tempo totale giornaliero potrebbe essere utilizzato come un punto di riferimento nei box di 18 animali, con 120 kg di peso corporeo, e per la progettazione del Tunnel SF.

Nel periodo 1 – 5 giorni della fase di adattamento, è stato registrato un maggior numero di animali ($P < 0.01$) nelle mangiatoie dei box ADAP ($2,4$ e $2,2 \pm 0,36$ animali, rispettivamente) rispetto ai box CTRL ($1,3$ e $1,1 \pm 0,36$ animali, rispettivamente). Al contrario, nessuna differenza ($P > 0,10$) tra i trattamenti è stata osservata nel numero di animali presenti in mangiatoia dopo il 15° giorno ($1,0 \pm 0,36$ animali). Questi dati indicano che i vitelli mostrano una preferenza nell'occupare tutti gli spazi di alimentazione disponibili all'arrivo, risultati in accordo con i quelli osservati da Verdú et al. (Capitolo IV; dati non pubblicati). Così, durante la fase di ingrasso, e soprattutto durante il periodo di adattamento, un più elevato rapporto

animali/spazio in mangiatoia sembra una strategia efficace per stimolare l'assunzione di cibo a causa del comportamento alimentare, come è stato riportato da Gonyou (1999) nei suini.

Sebbene in entrambi i trattamenti sia stata registrata ($P < 0,01$) una riduzione del numero di visite alla mangiatoia nella prima fase di adattamento (dal giorno 1 a 5), la differenza di questa diminuzione varia a seconda strategia di adattamento. Considerando che al giorno 1 e al giorno 5, il numero di visite era maggiore ($P < 0,01$) per la strategia ADAP (114,7 e $53,1 \pm 7,8$ visite, rispettivamente) rispetto strategia CTRL (39,7 e $9,5 \pm 7,28$ visite, rispettivamente), al termine del periodo di adattamento (giorno 15) non sono state osservate differenze tra i trattamenti ($9,9 \pm 7,28$ visite). Inoltre, la grande frequenza delle visite di alimentazione per la strategia ADAP indicava questo tipo di strategia di alimentazione aveva determinato un aumento del movimento dei vitelli attorno alla mangiatoia stessa. Pertanto, uno spazio addizionale di alimentazione stimola le visite nella mangiatoia e facilitando l'assunzione di cibo (Curtis e Houpt, 1983), e allo stesso tempo agevolando l'adattamento al sistema del Tunnel SF. Inoltre, questo aumento del numero di visite è stato associato ad un elevato livello di concorrenza tra gli animali come evidenziato da due studi (Elizalde, 1993; Olofsson, 1999). Ovviamente, in entrambe le strategie, il numero di visite alla mangiatoia diminuiva ($P < 0,01$) in conseguenza dell'abbassamento delle barriere laterali per entrambe le strategie.

Al quinto giorno del periodo di adattamento, la strategia di CTRL ha registrato maggiori ($P < 0,05$) tempi di attesa per accedere alla mangiatoia

con il concentrato nella strategia ADAP (89,3 e 61,4 ± 9,03 min, rispettivamente). Al giorno 5, nella strategia ADAP il tempo di attesa alla mangiatoia rispetto alla strategia CTRL era ridotto del 30%. Tuttavia, in entrambi i trattamenti, il tempo di attesa aumentava ($P < 0,01$) da giorno 1 al giorno 5 (55% per CTRL e il 65% per ADAP) quando venivano inserite le barriere laterali del tunnel SF, mostrando l'efficacia di queste nel forzare l'accesso degli animali uno per uno e di costringerli a mangiare individualmente. Inoltre, la strategia CTRL era in grado di ridurre ($P < 0,01$) il tempo di attesa dal giorno 5 al giorno 15 in contrasto alla strategia ADAP, indicando la capacità dei vitelli ad adattarsi bene alla strategia del tunnel SF in quanto avevano più familiarità con il sistema.

Come osservato nei dati comportamentali sociali, al giorno 1 del periodo di adattamento, le mangiatoie della strategia ADAP registravano maggiore ($P < 0,01$) frequenza degli spostamenti dei vitelli rispetto ai movimenti registrati nella mangiatoia di concentrato del sistema CTRL (28,3 e 11,5 ± 2,49 spostamenti / h, rispettivamente). Nessuna differenza tra i trattamenti è stata trovata invece nel numero di spostamenti dal giorno 5 al giorno 15 (3,5 e 0,0 ± 2,49 spostamenti / h, rispettivamente). La modalità di strategia ADAP contribuiva ad aumentare il numero di spostamenti rilevati alla mangiatoia, e questo risultato è interpretabile come principale inconveniente che può ostacolare l'accesso alla mangiatoia e di conseguenza la diminuzione di assunzione di concentrato. Questi risultati sono simili a quelli trovati da González et al. (2008), che ha osservato un aumento del numero di spostamenti all'aumentare delle postazioni di

alimentazione da 1 a 2. Inoltre, la riduzione degli spostamenti, in entrambi i trattamenti, era importante ($P < 0,01$) dal giorno 1 al giorno 5 del periodo di adattamento, al coincidere con il momento in cui venivano abbassate le barriere laterali del Tunnel SF. Questi dati confermano l'efficacia delle protezioni laterali del Tunnel SF al fine di evitare spostamenti intorno dell'alimentatore.

I dati comportamentali relativi al consumo di paglia e di acqua non sono stati influenzati dalla strategia nel periodo di adattamento dello studio (Tabella 3), in disaccordo con quelli riportati da Verdú et al. (2015) e González et al (2008), che invece avevano osservato un aumento del tempo trascorso a mangiare la paglia quando diminuiva il rapporto spazio di alimentazione per animale.

5. CONCLUSIONI

Le strategie di alimentazione adottate in questa sperimentazione avevano come obiettivo quello di valutare delle strategie di ottimizzazione dell'uso del Tunnel SF, diffuso da tempo negli allevamenti suini, potesse consentire ad una azienda zootecnica di bovini da carne di ridurre i consumi di concentrato puntando alla riduzione degli sprechi mantenendo le performance produttive degli animali inalterate. Nello studio sono stati analizzati due tipi strategie che prevedevano l'utilizzo del Tunnel SF in una strategia (CTRL) mentre una seconda aggiungeva al tunnel SF una seconda mangiatoia (ADAP).

Dai risultati ottenuti è emerso che la strategia ADAP aveva avuto un effetto positivo sul consumo di concentrato durante la prima settimana dopo l'arrivo (effetto a breve termine), e sul BW dopo le 6 settimane (effetto a medio termine). Inoltre, il sistema ADAP aveva incrementato la frequenza (riducendo il tempo di attesa per accedere all'alimentatore) e la concorrenza (aumentando la frequenza degli spostamenti) alla mangiatoia di concentrato durante la prima settimana di adattamento. In conclusione, la strategia di adattamento che prevedeva, inizialmente, le barriere laterali alzate e la mangiatoia addizionale, facilitava l'accesso alla mangiatoia e incoraggiava il consumo di concentrato durante la prima settimana di adattamento dopo l'arrivo in azienda, migliorando l'assunzione di concentrato e la crescita a medio termine.

Di contro la strategia CTRL, non avendo stimolato gli spostamenti degli animali ha ridotto gli sprechi di concentrato che infatti sono stati proporzionali agli spostamenti. Inoltre la strategia CTRL è stata in grado di ridurre il tempo di permanenza (effetto nel medio termine) in contrasto alla strategia ADAP, indicando la capacità dei vitelli ad adattarsi bene alla strategia del tunnel SF e acquisire familiarità con il sistema di somministrazione alimentare.

6. BIBLIOGRAFIA

- Annuario de statistica, 2013, Ministerio de Agricultura, Alimentacion y medio Ambiente
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
- Bach, A., C. Iglesias, M. Devant, and N. Ràfols. 2006. Performance and feeding behavior of primiparous cows loose housed alone or together with multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 89:337-342.
- BDN, banca dati nazionale 2013, https://www.vetinfo.sanita.it/sso_portale/informazioni/docinfo/annuario_anagrafe_bovina_dicembre_2013.pdf
- Curtis, S. E., and K. A. Houpt. 1983. Animal ethology: its emergence in animal science. *J. Anim. Sci.* 57(Suppl. 2):234-247.
- Elizalde, H. F. 1993. Studies on the effects of chemical and physical characteristics of grass silage and degree of competition per feeding space on the feeding behaviour of lactating dairy cows. PhD. Diss., Queens Univ. Belfast, Belfast, United Kingdom.
- Ersaf. 2012. Il mercato delle carni bovine, ovicaprine e avicunicole: produzione e consumo. Osservatorio agroalimentare lombardo. Quaderno n 10. <http://www.ersaf.lombardia.it>.
- Fedna NUTRICIÓN DEL TERNERO NEONATO F. Bacha Nacoop, S. Fedna Normas Fedna para la formulacione del pienso 2008

- Friend, T. H., C. E. Polan, and M. L. McGilliard. 1977. Free stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 60:108–116. Gonyou, H. W. 1999. Feeder and pen design to increase efficiency. *Adv. Pork Prod.* 10:103-113. Gonyou, H. W., and W. R. Stricklin. 1981. Eating behavior of beef cattle groups fed from a single stall or trough. *Appl. Anim. Ethol.* 7:123-133.
- González, L. A., A. Ferret, X. Manteca, J. L. Ruíz-de-la-Torre, S. Calsamiglia, M. Devant and A. Bach. 2008. Effect of the number of concentrate feeding places per pen on performance, behavior, and welfare indicators of Friesian calves during the first month after arrival at the feedlot. *J. Anim. Sci.* 86:419-431.
- González, L. A., L. B. Correa, A. Ferret, X. Manteca, J. L. Ruíz-de-la-Torre, and S. Calsamiglia. 2009. Intake, water consumption, ruminal fermentation, and stress response of beef heifers fed after different lengths of delays in the daily feed delivery time. *J. Anim. Sci.* 87:2709-18.
- Gonyou, W. H. 1999. Feeder and pen design to increase efficiency. *Adv. Pork Prod.* 10:103-113.
- Hutcheson, D.P.,and N.A. Cole. 1986 . Management of transit-stress syndrome in cattle Nutritional and environment effect. *J. Anim. Sci.* 62:555-560
- Loerch e Fluharty, 1999. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. *J Anim.Sci.* 77:1113-1119

- Mach, N., A. Bach, A. Velarde, and M. Devant. 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Sci.* 78:232-238. doi:10.1016/j.meatsci.2007.06.021.
- Marti, S., A. Velarde, J. L. de la Torre, A. Bach, A. Aris, A. Serrano, X. Manteca, and M. Devant. 2010. Effects of ring castration with local anesthesia and analgesia in Holstein bulls at three months of age on welfare indicators. *J. Anim. Sci.* 88:2789-2796. doi:10.2527/jas.2009-2408.
- Nocek, J. E., and D. G. Braund. 1985. Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate, and milk yield in first lactation. *J. Dairy Sci.* 68:2238-2247.
- Olofsson, J. 1999. Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *J. Dairy. Sci.* 82:69-79.
- Robles, V., L. A. González, A. Ferret, X. Manteca, and S. Calsamiglia. 2007. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 85:2538-2547. doi:10.2527/jas.2006-739.
- Rodríguez-Prado, M., A. Ferret, J. Zwieten, L. González, D. Bravo, and S. Calsamiglia. 2012. Effects of dietary addition of capsicum extract on intake, water consumption, and rumen fermentation of fattening heifers fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 90:1879–1884.
- Verdú, M., A. Bach, and M. Devant. 2015. Effect of concentrate feeder design on performance, eating and animal behaviour, welfare, ruminal

health, and carcass quality in Holstein bulls fed high-concentrate diets.

J. Anim. Sci. 93:1-16

- Verdù M. 2015. Post-formula feeding strategies to reduce concentrate consumption and improve feed efficiency in bulls fed high-concentrate diets. Thesis Presented to the Animal and Food Science Department of Veterinary, Faculty of Universitat Autònoma of Barcelona, In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor in Animal Production.

7. TABELLE E GRAFICI

Tabella 3. Performance e consumo di concentrato dei vitelli Holstein nei trattamenti controllo (CTRL) e adattamento (ADAP) in presenza del tunnel (syngle-space feeder design, SF) per 42 giorni di studio.

Parametro	Trattamento ¹		P-value ¹	
	CTRL	ADAP	T	P
Giorni di studio, d	42	42		
Età iniziale, d	99,69±0,270	100,25±0,270	0,21	
Peso iniziale BW, kg	124,00±0,220	124,05±0,220	0,88	
Peso finale, kg	176,17±1,072	182,17±1,072	<0,01	
Accrescimento AMG, kg/d	1,24±0,37	1,37±0,37	0,03	<0,01
Consumo di concentrato, kg/d di SS	3,66±0,082	3,69±0,082	0,81	<0,01
Consumo di concentrato in 42 d, kg di SS	140,23±2,506	140,93±2,506	0,85	
Consumo di paglia, kg/d di SS	0,40±0,036	0,39±0,036	0,79	0,45

¹p-value calcolato sui trattamenti (T), e periodo (P).

Tabella 4. Percentuali delle attività generali (%) dei vitelli Holstein nei sistemi controllo (CTRL) e adattamento (ADAP) in presenza del tunnel (syngle-space feeder design, SF) durante la prima settimana di studio, registrate durante la scansione al giorno 1, 3, 5, e 7.

Parametro	Trattamento		P-value ¹	
	CTRL	ADAP	T	D
In piedi	71,9±0,66	63,5±0,66	<0,01	0,03
Sdraiato	28,1±0,91	36,5±0,91	<0,01	0,04
Consumo di concentrato	6,9±0,06	10,8±0,06	<0,01	0,43
Consumo di paglia	11,4±0,25	8,3±0,25	<0,01	<0,01
Bere	1,5±0,20	3,4±0,20	<0,01	0,67
Ruminare	14,8±0,67	18,2±0,67	0,19	0,08

¹p-value calcolato sui trattamenti (T), e periodo (P).

Tabella 5. Percentuali delle attività generali (%) dei vitelli dei vitelli Holstein nei trattamenti controllo (CTRL) e adattamento (ADAP) in presenza del tunnel (syngle-space feeder design, SF), registrate durante le settimane 2 – 6 di studio.

Parametro	Trattamento		P-value ¹	
	CTRL	ADAP	T	P
Stare in piedi	75,8±0,31	75,0±0,31	0,50	<0,01
Sdraiarsi	24,2±0,57	25,0±0,57	0,60	<0,01
Consumo concentrato	6,0 ±0,020	6,6±0,02	<0,01	<0,01
Consumo paglia	13,3±0,21	12,4±0,21	0,41	0,03
Bere	1,3±0,22	1,7±0,22	0,95	0,12
Ruminare	9,3±0,36	10,8±0,36	0,61	0,02

¹p-value calcolato sui trattamenti (T), e periodo (P).

Tabella 6. Frequenza delle interazioni sociali (tempo di comportamento nel box/15 min) tra I vitelli alimentati con una dieta ad alto contenuto di concentrato nei box con il tunnel SF durante i primi 7 giorni di studio registrati da una scansione dei campioni nel giorno 1, 3, 5 e 7.

Parametro	Trattamento		P-value ²	
	CTRL	ADAP	T	D
Interazioni non competitive				
Self-grooming (vedi tabella 2 attività generali)	23,00±0,22	22,20±0,22	0,70	0,71
Osservazioni sociali	2,80±0,20	1,90±0,20	0,07	0,04
Osservazioni orali	1,50±0,11	1,10±0,11	0,14	0,02
Interazioni competitive				
Combattimento	1,10±0,34	1,80±0,34	0,69	0,08
Sbattersi	0,50±0,22	0,70±0,22	0,57	0,05
Spostarsi	0,70±0,20	1,80±0,20	0,07	<0,01
Cacciare e inseguire	0,30±0,08	0,30±0,08	0,83	0,50
Sottomettere	0,10±0,07	0,10±0,07	0,86	0,44
Interazioni sessuali				
Flehmen (vedi tabella 2 attività generali)	0,80±0,23	1,10±0,23	0,51	<0,01
Atteggiamento di monta	2,30±0,29	2,10±0,29	0,92	<0,01
Atto completo di monta	0,70±0,16	0,30±0,16	0,53	0,23

¹Trattamenti: gruppo controllo (CTRL), e la strategia di alimentazione di adattamento al Single-space Feeder design (ADAP). ²p-value calcolato sugli effetti dei trattamenti (T), e periodo (P).

Tabella 7. Frequenza delle interazioni sociali (tempo di comportamento nel box/15 min) tra vitelli alimentati con una dieta ad alto contenuto di concentrato nei box con il tunnel SF durante 42 giorni di studio registrati da una scansione dei campioni settimanale.

Item	Treatment ¹		P-value ²	
	CTRL	ADAP	T	P
Interazioni non competitive				
Self-grooming (vedi tabella 2 attività generali)	22,80±0,19	22,10±0,19	0,76	<0,01
Osservazioni sociali	1,30±0,31	1,20±0,31	0,89	<0,01
Osservazioni orali	1,50±0,15	1,00±0,15	0,17	<0,01
Interazioni competitive				
Combattimento	2,30±0,35	3,60±0,35	0,23	0,04
Sbattersi	0,90±0,18	1,10±0,18	0,75	0,43
Spostarsi	0,30±0,13	0,40±0,13	0,80	<0,01
Cacciare e inseguire	0,10±0,08	0,40±0,08	0,08	<0,01
Sottomettere	0,10±0,06	0,00±0,06	0,31	0,74
Interazioni sessuali				
Flehmen (vedi tabella 2 attività generali)	1,00±0,25	1,20±0,25	0,41	0,32
Atteggiamento di monta	3,70±0,34	3,70±0,34	0,95	0,05
Atto completo di monta	1,10±0,22	0,90±0,22	0,57	<0,01

¹Trattamenti: gruppo controllo (CTRL), e la strategia di alimentazione di adattamento al Single-space Feeder design (ADAP).

²p-value calcolato sugli effetti fissi dei trattamenti (T), e periodo (P).

Tabella 8. Comportamento degli animali nel mangiare e nel bere registrati dal video (dalle 06:00 alle 10:00) nei giorni 1, 5 e 15 dello studio di adattamento degli animali al Tunnel SF.

Parametro	Trattamenti ¹		P-value ²	
	CTRL	ADAP	T	D
Mangiatoia di concentrato				
Tempo di occupazione, min	214,60±7,99	280,00±7,99	<0,01	<0,01
Tempo di attesa per la mangiatoia, min	214,60±4,34	170,40±4,34	<0,01	0,91
Numero di vitelli, n	1,10±0,02	1,90±0,02	<0,01	<0,01
Numero di visite, n	19,20±1,05	49,60±1,05	<0,01	<0,01
Spostamenti, n/h	4,10±1,16	10,80±1,16	<0,01	<0,01
Tempo di attesa, min	86,00±10,8	69,40±10,8	0,31	0,02
Mangiatoia di paglia				
Tempo di occupazione, min	134,90±9,16	109,30±9,16	0,08	0,03
Numero di vitelli, n	2,40±0,15	1,90±0,15	0,04	0,63
Numero di visite, n	41,00±2,45	35,80±2,45	0,17	<0,01
Spostamenti, n/h	0,50±0,19	0,50±0,19	0,92	0,15
Abbeveratoi				
Tempo di occupazione, min	53,30±5,51	42,80±5,51	0,21	0,18
Numero di vitelli, n	1,00±0,01	1,00±0,01	0,79	0,11
Numero di visite, n	17,90±1,10	15,50±1,10	0,16	<0,01
Spostamenti, n/h	1,20±0,58	1,20±0,58	0,97	0,14
Tempo di attesa, min	0,00±0,03	0,00±0,03	0,35	0,41

¹Trattamenti: gruppo controllo (CTRL), e la strategia di alimentazione di adattamento al Single-space Feeder design (ADAP).

²p-value calcolato sugli effetti dei trattamenti (T), e periodo (P).

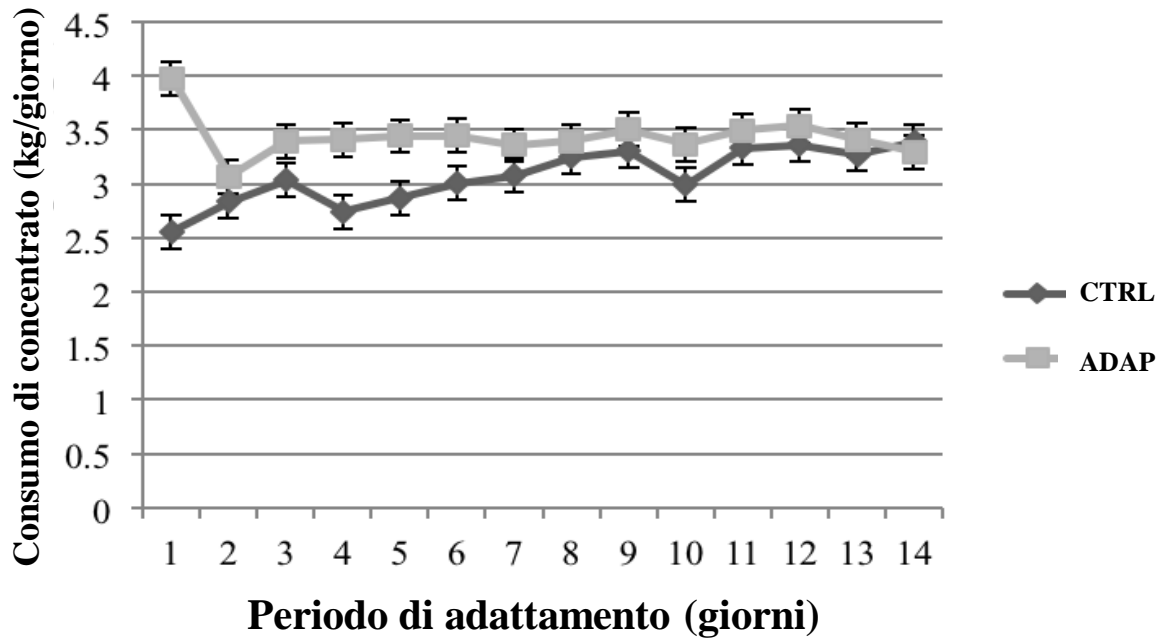


Figura 6. Il consumo concentrato giorno per giorno per le prime 2 settimane del periodo di adattamento in base alla strategia applicata. La freccia indica il giorno in cui le barriere laterali sono state abbassate in CTRL e ADAPT.

8. RINGRAZIAMENTI

Desidero esprimere un sincero ringraziamento alla Dott.ssa Maria Devant e al Dott. Marçal Verdú Piqué per la grande disponibilità dimostratami durante tutto il mio periodo di Erasmus svolto presso l'IRTA, Institute of Agrifood Research and Technology, Barcelona, Catalonia, Spain. Vorrei inoltre ringraziare il Dott. Alberto Atzori per avermi guidato nella stesura di questo lavoro ed infine la mia famiglia per avermi sostenuto in questi anni di studio.