

EFFETTO DELLA FREQUENZA DI DISTRIBUZIONE DELLA RAZIONE ALIMENTARE SULLE PRESTAZIONI PRODUTTIVE E SULLA QUALITÀ DEI REFLUI NELL'ALLEVAMENTO DELLA TROTA IRIDEA (ONCORHYNCHUS MYKISS).

ZOCCARATO I.^{1*}, GASCO L.¹, LEVERONI-CALVI S.¹ & BIANCHINI M.L.²

1) Dipartimento di Scienze Zootecniche, Via Genova, 6 - 10126 Torino

2) CNR- P.F. Raisa, Via Tiburtina, 770 - 00159 Roma

* Autore a cui dovrà essere spedita la corrispondenza

Riassunto

1350 trote iridee (*Oncorhynchus mykiss*) del peso vivo iniziale di circa 90 grammi, hanno ricevuto la medesima quantità di alimento in una o in due somministrazioni. Le trote che ricevevano il mangime in un'unica distribuzione erano alimentate alle 900 (tesi A) oppure alle 1600 (tesi C), mentre quelle riceventi la razione in due volte erano alimentate alle 900 e alle 1600 (tesi B). Sono state valutate le prestazioni produttive, la composizione corporea ed i principali nutrienti nelle acque di scarico. Nessuna differenza è emersa relativamente alle prestazioni zootecniche: l'incremento medio individuale, conseguito in 92 giorni, è stato pari a 175 g (A), 166 g (B) e 171 g (C); l'indice di conversione è stato di 1.05 (A), 1.07 (B) e 1.07 (C). Nessuna differenza è stata osservata per la composizione corporea e per gli indici epatosomatico e viscerosomatico. Relativamente alle caratteristiche delle acque reflue il numero di pasti ha influito non sulla quantità di nutrienti eliminata, ma sui tempi di eliminazione; in particolare per l'ammonio, il cui livello medio globale è risultato più elevato nella tesi A rispetto a B (0.31 vs 0.25 mg/l), il picco di massima concentrazione si è evidenziato più rapidamente nelle vasche in cui l'alimento era distribuito in una sola volta anziché in due.

Introduzione

Molti fattori intervengono nel determinare favorevoli condizioni di crescita della trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) nell'allevamento intensivo. Tra i fattori biotici molto rilevanti sono la disponibilità e la qualità dell'alimento, nonché la densità e quindi la competizione che si sviluppa tra i soggetti allevati; questi aspetti sono stati ampiamente studiati e valutati nell'ottica di ottimizzare le prestazioni produttive (Brett, 1979). Inoltre in relazione all'intensificata attività di allevamento, tali fattori sono stati presi in considerazione anche per quanto riguarda le caratteristiche dei reflui e quindi la gestione dell'impatto ambientale. Molta attenzione è stata rivolta al controllo dell'escrezione azotata, intervenendo sulla composizione qualitativa della razione ed in particolare sull'apporto e sull'equilibrio aminoacidico (Kaushik e Fauconneau, 1984; Fauconneau *et al.*, 1989; Lanari *et al.*, 1991), sulla quantità di proteina ingerita (Beamish e Thomas, 1984) sul rapporto proteina digeribile/energia digeribile (Kaushik e Cowey, 1991; Lanari *et al.*, 1993).

Relativamente alle prestazioni produttive, il numero ottimale di pasti giornalieri per pesci alimentati a sazietà è di due distribuzioni (Grayton e Beamish, 1977; Luquet *et al.*, 1981). In pesci razionati di taglia superiore ai 100 g, la digeribilità della razione non è influenzata dalla suddivisione in più pasti (Choubert *et al.*, 1984).

In condizioni di mantenimento, Kaushik e Gomes (1988) hanno osservato che un aumento della frequenza dei pasti riduce l'escrezione azotata con conseguente ottimizzazione dell'efficienza nutritiva. Meno cospicue appaiono le informazioni relative ai rapporti esistenti tra strategie di alimentazione, in particolare per quanto riguarda il frazionamento della razione in più distribuzioni, e caratteristiche delle acque reflue in trotecoltura. Le ricerche in questo settore hanno riguardato la stabilità dell'alimento in acqua (Warrer-Hansen, 1982), la tipologia di allevamento (Beveridge, 1984), il fabbisogno in ossigeno (Fauré, 1983) e la qualità dei reflui (Zoccarato *et al.*, 1994).

Secondo alcuni autori esisterebbe anche una differente capacità di utilizzazione dell'alimento in funzione dell'ora di somministrazione. Il pesce gatto utilizzerebbe la razione distribuita nelle ore pomeridiane prevalentemente per la lipogenesi, mentre con una alimentazione mattutina sarebbe favorito l'anabolismo (Sundararaj *et al.*, 1982; Noeske-Hallin *et al.*, 1985). In tilapia poi, l'attività di alcuni enzimi del metabolismo glucidico è risultata più elevata all'aumentare del numero di pasti (Tung e Shiau, 1991). In trote, l'orario di somministrazione influisce sulla morfologia degli adipociti (Bellardi *et al.*, 1994). Sempre in trote, tuttavia, le differenze sulla qualità finale del prodotto non sono significative (Palmegiano *et al.*, 1994). L'obiettivo del presente lavoro, in soggetti razionati ed in relazione al numero di pasti, è stato di verificare: a) le prestazioni produttive e la composizione corporea; b) l'andamento dei principali nutrienti nelle acque reflue; c) l'effetto dell'ora di distribuzione dell'alimento (mattino *vs* pomeriggio).

Materiali e metodi

Disegno sperimentale

La prova è stata condotta presso il Centro Sperimentale del Dipartimento di Scienze Zootecniche di Torino, nei mesi tra dicembre 1992 e marzo 1993.

In tutto, 1350 trote, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), sono state ripartite in nove vasche in vetroresina (1500 l) con un ricambio pari a 30 l/min, una temperatura dell'acqua di 12 - 13°C costanti, un pH pari a 7.6 ed un contenuto in ossigeno disciolto di 7.8 - 7.9 mg/l.

Il disegno sperimentale, con tre replicazioni, prevedeva la distribuzione dello stesso alimento commerciale (umidità 10.5%, proteina greggia 42.9%, grassi greggi 9.2%, cellulosa greggia 3.5%, ceneri 11 %) secondo il seguente schema:

A) 1 pasto / giorno (ore 900);

B) 2 pasti / giorno (ore 900 e ore 1600);

C) 1 pasto / giorno (ore 1600).

Inizialmente le trote sono state razionate all' 1.8% del peso vivo; al termine dell'esperimento il razionamento, adeguato periodicamente alla taglia dei pesci, è risultato pari all' 1.4% del peso vivo.

Rilievi produttivi

I pesci sono stati pesati individualmente all'inizio e, dopo 92 giorni, alla fine dell'esperimento. Il peso vivo iniziale delle trote era pari a 91.24 ± 14.09 g. Al fine di adeguare il livello alimentare, ogni 14 giorni le trote sono state pesate in gruppo.

Al termine della prova, l'indice di conversione dell'alimento (ICA), l'efficienza proteica (PER) ed il tasso di accrescimento specifico (TAS) sono stati determinati come segue:

ICA = alimento distribuito (kg di s.s.) / incremento totale in peso (kg t.q.);

PER = incremento totale in peso (kg t.q.) / quantità totale di proteina ingerita (kg s.s.);

TAS (% giorno) = $[(\ln \text{ peso finale} - \ln \text{ peso iniziale}) \times 100 / t]$, dove t è la durata della prova espressa in giorni.

Composizione corporea

Al termine della prova, 15 trote per tesi sono state macellate per la determinazione degli indici epatosomatico [HSI = (peso fegato / peso corporeo) x 100] e viscerosomatico [YSI = (peso visceri / peso corporeo) x 100], dell'incidenza percentuale della carcassa [(peso trota eviscerata / peso corporeo) x 100] e del grasso separabile [(peso grasso viscerale / peso corporeo) x 100].

Sul muscolo dorsale è stata determinata la sostanza secca, la proteina greggia, il grasso greggio e le ceneri, secondo la metodica AOAC (1990).

Analisi delle acque reflue

Settimanalmente è stato condotto un monitoraggio, con cadenza oraria per complessive 10 h, dell'acqua in uscita dalle vasche alimentate alle 900 (tesi A) ed alle 900 ed alle 1600 (tesi B), iniziando 1 h dopo la prima distribuzione dell' alimento.

I campioni così raccolti sono stati immediatamente filtrati e analizzati per la determinazione del contenuto in ammonio, nitrati, nitriti e fosforo con l'impiego di Kit Spectroquant Merck Photometer; contemporaneamente si sono misurati il livello di ossigeno disciolto, la temperatura dell' acqua ed il pH.

Analisi statistica

La percentuale di sopravvivenza, i parametri produttivi, la composizione corporea e gli indici somatici sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Stat - ITCF, 1988) secondo il modello:

$$y_i = \mu + A_i + \epsilon_{ik}$$

dove: y_i = variabile dipendente

μ = media generale

A_i = effetto dovuto all'orario dei pasti (900; 900 - 1600; 1600)

ϵ_{ik} = errore residuo

Mentre i valori relativi alla qualità dei reflui sono stati sottoposti ad analisi della varianza secondo il modello:

$$y_{ij} = \mu + A_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

dove: y_{ij} = variabile dipendente

μ = media generale

A_i = effetto dovuto al numero dei pasti (1; 2)

B_j = effetto dovuto all'ora del rilevamento (1...10)

ϵ_{ijk} = errore residuo contenente l'interazione ($A \times B$)_{ij}

Percentuale di sopravvivenza e TAS sono stati trasformati in valori di arcoseno prima di essere analizzati. Le differenze statistiche sono state valutate a livello del 5% con il test di Newman - Keuls.

Risultati e discussione

I risultati relativi alle prestazioni zootecniche sono riassunti in tabella 1.

Nessuna differenza significativa è emersa per i parametri produttivi considerati e ciò risulta in sintonia con il fatto che le trote ricevevano giornalmente la medesima quantità di alimento in funzione del peso vivo. La percentuale di sopravvivenza, come si può desumere dalla tabella 1, è oscillata tra un minimo del 90% (tesi B) ed un massimo del 96% (tesi C). Le prestazioni zootecniche ottenute confermano, anche se indirettamente, le osservazioni di Choubert *et al.*, (1984) secondo i quali la digeribilità della razione non è influenzata dal ritmo di distribuzione dell'alimento. È probabile poi che l'effetto del numero di pasti sulle prestazioni risulti evidente solo nel caso in cui (gli animali sono alimentati a sazietà e la massima capacità di ingestione si raggiungerebbe in tal caso con due pasti giornalieri (Grayton e Beamish, 1977; Luquet *et al.*, 1981).

I risultati relativi alla composizione corporea ed agli indici somatici sono riportati in tabella 2. Anche per questi parametri non sono emerse differenze significative, confermando l'andamento registrato per le prestazioni produttive.

Analoghi risultati, per quanto riguarda la composizione corporea, sono stati ottenuti anche da Grayton e Beamish (1977). Tali autori evidenziano, in trote alimentate a sazietà, un andamento positivo del grasso corporeo depositato all'aumentare della frequenza dei pasti; tale effetto, tuttavia, scompariva se i pesci venivano razionati ripartendo la razione in più distribuzioni.

TAB. 1 - Indici produttivi ($x \pm d.s.$)

TESI	A	B	C
Ora pasti	900	900 -1600	1600
Durata giorni	92	92	92
Numero pesci	450	450	450
Sopravvivenza %	92.89 \pm 5.81	90.00 \pm 3.68	96.00 \pm 1.79
Peso vivo iniziale (g)	91.68 \pm 5.53	90.47 \pm 1.19	91.76 \pm 0.98
Peso vivo finale (g)	266.84 \pm 11.75	257.22 \pm 17.11	263.62 \pm 7.64
Incremento (g)	175.16 \pm 6.34	166.75 \pm 14.34	171.86 \pm 6.87
I.C.A.a	1.05 \pm 0.01	1.07 \pm 0.05	1.07 \pm 0.02
P.E.R.b	1.98 \pm 0.03	1.94 \pm 0.09	1.93 \pm 0.04
T.A.S.c	1.16 \pm 0.01	1.13 \pm 0.04	1.14 \pm 0.01

a I.C.A.: indice di conversione alimentare

b P.E.R.: efficienza proteica

c T.A.S.: tasso di accrescimento specifico

Relativamente all'ora di somministrazione del pasto (mattino *vs* pomeriggio) non sono emerse differenze tra le tesi A e C, che prevedevano un'unica distribuzione di alimento in orari diversi, né per quanto attiene le prestazioni zoo tecniche, né per la composizione della carcassa. Tali dati non depongono quindi per l'esistenza di una differente capacità di utilizzazione dell'alimento in relazione all'ora di somministrazione come evidenziato per il pesce gatto americano (Sundararaj *et al.*, 1982; Noeske-Hallin *et al.*, 1985). I dati raccolti in questo esperimento non evidenziano differenze significative per i parametri considerati e, contrariamente a quanto riportato per il pesce gatto, si osserva una tendenza ad una minore deposizione di grasso per i soggetti alimentati nel pomeriggio; tali osservazioni confermano ulteriormente quanto osservato da Zoccarato *et al.*, (1993), da Palmegiano *et al.*, (1993) e da Miikinen (1993).

TAB. 2 - Composizione chimica del muscolo (sul t.q.) e indici somatici ($x \pm d.s.$)

TESI	A	B	C
Ora pasti	900	900 - 1600	1600
Umidità %	75.75 \pm 0.79	75.70 \pm 1.07	76.05 \pm 0.84
Proteina greggia %	20.55 \pm 0.33	20.58 \pm 0.60	20.26 \pm 0.40
Grasso greggio %	2.11 \pm 0.62	2.07 \pm 0.66	1.86 \pm 0.65
Ceneri %	1.38 \pm 0.12	1.35 \pm 0.07	1.35 \pm 0.09
H.S.I.a	1.80 \pm 0.36	1.70 \pm 0.33	1.71 \pm 0.39
V.S.I.b	6.69 \pm 1.20	6.47 \pm 1.38	5.95 \pm 1.28
Carcassa %	88.46 \pm 3.24	88.13 \pm 2.20	89.09 \pm 1.86
Grasso viscerale separabile (% peso morto)	2.20 \pm 0.62	1.95 \pm 1.17	2.17 \pm 1.47

a H.S.I.: indice epato-somatico

b V.S.I.: indice viscerale-somatico

L'andamento dei nutrienti misurati nei reflui è riportato nelle figure da 1 a 4. In particolare l'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra i reflui provenienti dalle vasche che ricevevano

l'alimento in una sola o due somministrazioni fatta eccezione per l'ammonio. Ciononostante occorre sottolineare che relativamente al ricambio idrico applicato e alla densità finale di allevamento, rispettivamente 0.75 Umin/kg di trote e 13.3 kg/m³ di biomassa, i valori osservati per i vari nutrienti non hanno mai raggiunto la soglia di pericolosità.

In particolare per quanto attiene il fosforo (figura 1) il picco di massima concentrazione è stato osservato entro la prima ora post-alimentazione; l'entità di tale picco è risultata lievemente superiore nelle vasche riceventi due pasti anziché uno (0.24 *vs* 0.17 mg/l). La concentrazione di fosforo, in entrambe le tesi, ritorna su valori simili già alla seconda ora post-alimentazione, e rimane praticamente costante fino al momento della distribuzione del secondo pasto. Paradossalmente, in questo secondo momento (ore 1600), si è osservata una maggiore concentrazione di fosforo nelle vasche riceventi l'alimento in un'unica soluzione anziché due; tale fatto è da imputarsi all'azione di rimescolamento del materiale fecale presente sul fondo delle vasche, da parte delle trote che sono "condizionate" dall'alimentazione delle vasche vicine. Il comportamento del livello di fosforo, dopo il secondo pasto, ha ricalcato quanto evidenziato dopo la prima distribuzione di alimento, mostrando un secondo picco nell'ora successiva al pasto, ed un ritorno ai valori iniziali entro la seconda.

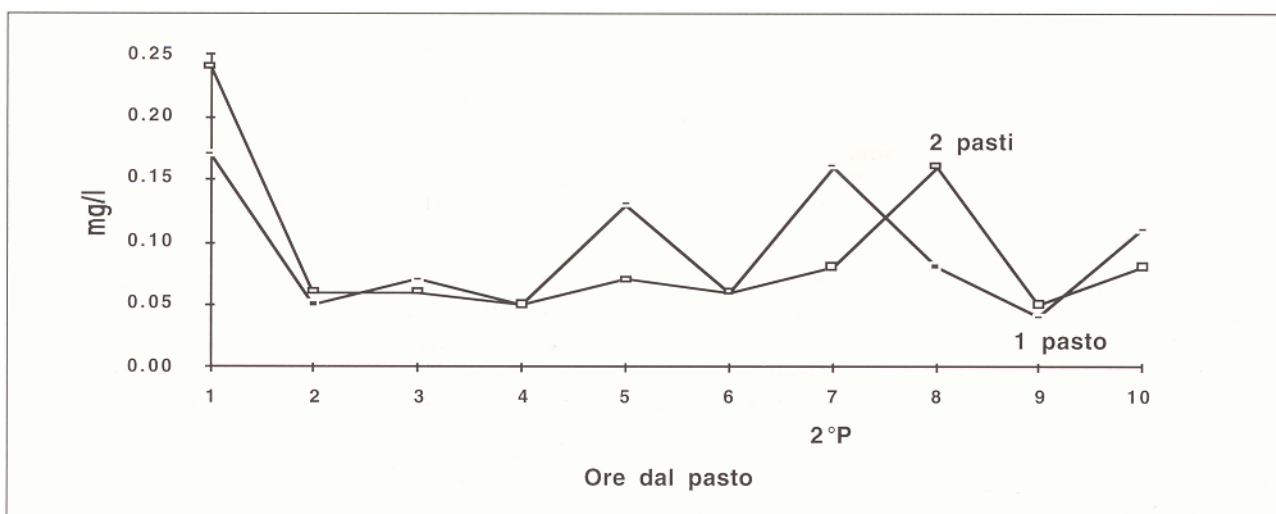


FIG. 1 - Andamento Fosforo

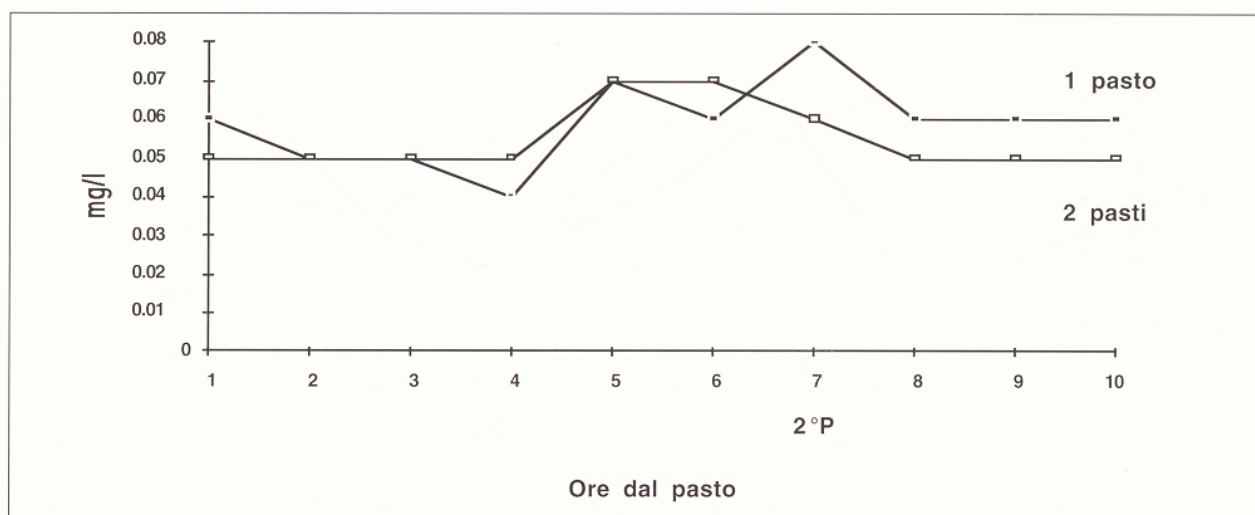


FIG. 2 - Andamento Nitriti

La curva dei nitriti e dei nitrati (figure 2 e 3) ha mostrato andamenti praticamente sovrapponibili nelle due tesi senza evidenziare particolari comportamenti imputabili alla strategia di alimentazione adottata. L'ammonio, la cui evoluzione è riportata in figura 4, è stato il parametro con l'andamento più difforme tra le due tesi, mostrando un valore medio significativamente più elevato (0.31 *vs* 0.25 mg/l) nel caso di una sola distribuzione di alimento.

Si può osservare che, per le trote riceventi l'alimento in una sola volta, la massima concentrazione compare intorno alla terza ora post-distribuzione; l'andamento assume quindi una tendenza negativa fino al momento della somministrazione del secondo pasto per la tesi B. Anche nelle vasche non alimentate, analogamente a quanto osservato per il fosforo, si registra un aumento dei valori determinato dal rimescolamento del materiale depositato sul fondo. Nelle vasche alimentate due volte al giorno la concentrazione dell'ammonio aumenta più tardivamente rispetto a quanto si registra in quelle appartenenti alla tesi con un solo pasto; il picco di massima si evidenzia quattro ore dopo il primo pasto ed il livello risulta poi in diminuzione fino alla somministrazione della seconda frazione di alimento; dopo il secondo pasto l'andamento dell'ammonio risulta in crescendo fino al termine del campionamento.

In tabella 3 e 4 sono riportati i valori registrati relativamente alla qualità dei reflui. Occorre sottolineare che nonostante l'ammonio risulti influenzato significativamente dal numero dei pasti, l'esiguità dei componenti non consente di trarre, dal punto di vista statistico, risultanze certe. D'altra parte le differenze osservate non assumono significato pratico visto che i valori risultano ampiamente entro livelli di sicurezza (Ceschia e Giorgetti, 1988).

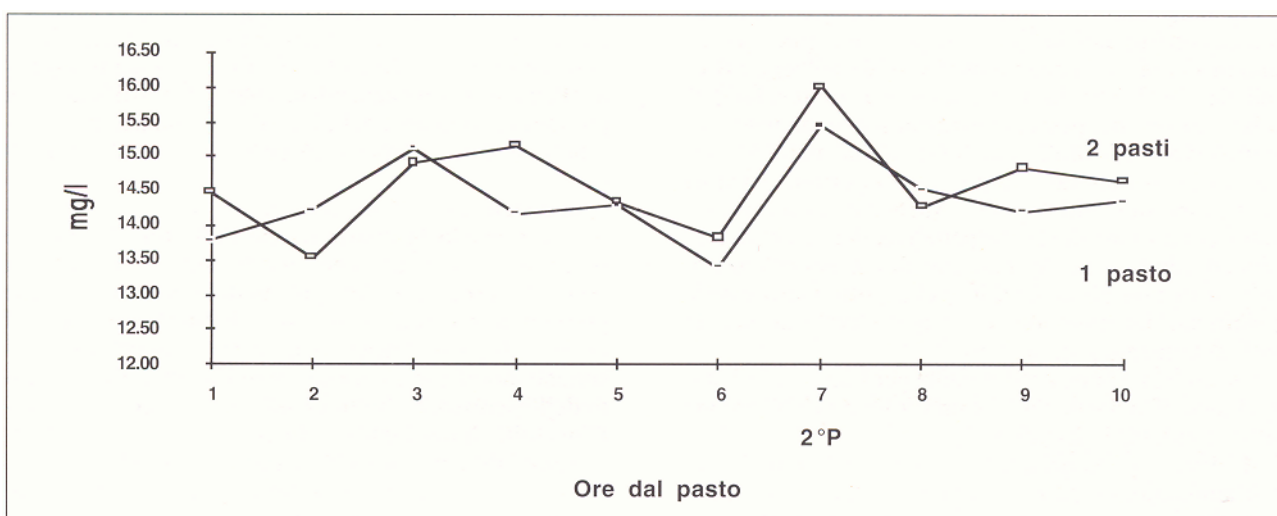


FIG. 3 - Andamento Nitrati

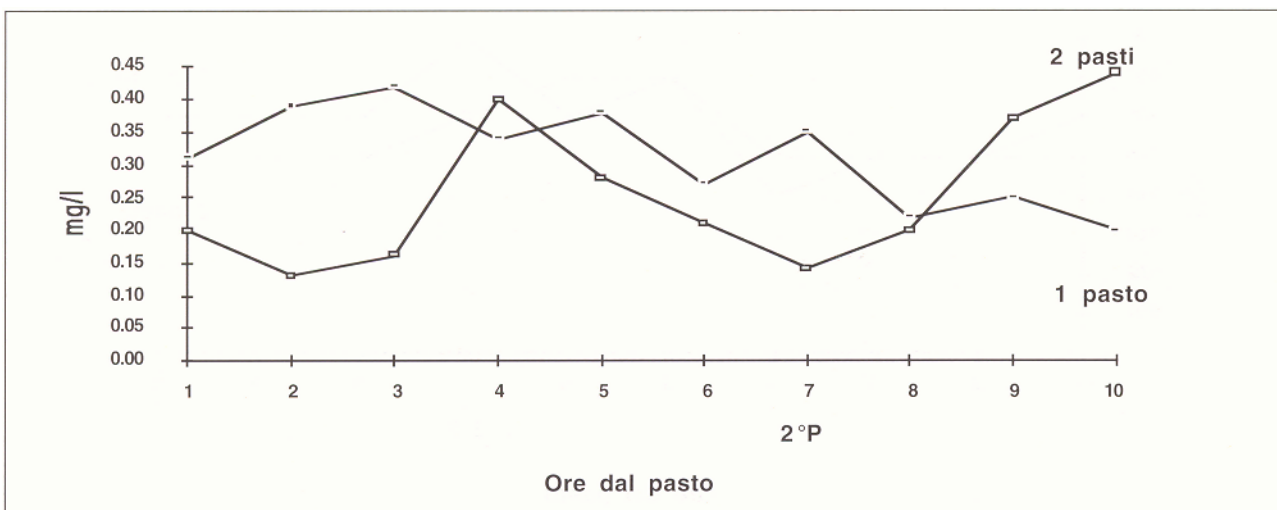


FIG. 4 - Andamento Ammonio

Gli andamenti osservati, anche se il campionamento non ha coperto tutte le 24 ore successive al pasto, risultano in sintonia con quanto osservato da Solberg e Bregnballe (1982) che, in trote alimentate con residui della lavorazione del pesce, evidenziarono un aumento significativo di fosforo e ammoniaca tra la quarta e la sesta ora post-prandiale; dopo questo periodo i valori rientravano su livelli "basali". Anche tali autori riscontrano, contrariamente alle aspettative, dei picchi di elevata concentrazione dei nutrienti

in corrispondenza di periodi di non alimentazione, che potrebbero essere giustificati dal rimescolamento delle feci e di piccole parti di alimento sedimentato.

Un simile andamento fluttuante per l'ammonio è stato evidenziato anche da Poxton e Lloyd (1989) in una prova condotta su anguille.

Il diverso comportamento osservato per il livello dell'ammonio, in relazione alla differente strategia alimentare, è imputabile alla diversa quantità di alimento disponibile al momento del pasto. Infatti il massimo livello di ammoniaca escreta dovrebbe aversi quando circa il 50% dell'evacuazione gastrica è avvenuta e quindi, essendo la velocità di transito intestinale direttamente proporzionale alla quantità di alimento ingerito (Pandian e Vivekanandan, 1985), è giustificata una più rapida comparsa del picco di ammoniaca nelle vasche riceventi l'alimento in un'unica somministrazione.

In conclusione, l'adozione di una strategia alimentare che preveda la distribuzione dell'alimento in due somministrazioni anziché una dipende soprattutto da scelte di tipo gestionale: applicando il razionamento, le prestazioni zootecniche non sono infatti influenzate dal numero di pasti. Anche i parametri ambientali non risultano modificati in maniera significativa; l'andamento dell'escrezione risulta variato più nei tempi che nella quantità di nutrienti eliminati.

Senza dimenticare i vari fattori (ricambio idrico, densità, livello nutritivo, effetti stagionali) che entrano in gioco nel determinare la qualità dei reflui, pare possibile, taglia dei pesci permettendo, il ricorso ad una ripartizione in due distribuzioni giornaliere dell'alimento ottenendo una riduzione del livello dell'ammonio di circa il 18-20%. In conclusione, i risultati lasciano intravedere la possibilità di migliorare la qualità dei reflui anche attraverso la gestione dell'allevamento.

TAB. 3 - Qualità dell'acqua nelle vasche riceventi un pasto (mg/l \pm d.s.)

Ore dal pasto	PO ₄ -P	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ ⁺ -N
1	0.17 \pm 0.04	13.79 \pm 1.32	0.06 \pm 0.01	0.31 \pm 0.07
2	0.05 \pm 0.01	14.23 \pm 1.13	0.05 \pm 0.01	0.39 \pm 0.03
3	0.07 \pm 0.02	15.12 \pm 0.35	0.05 \pm 0.01	0.42 \pm 0.03
4	0.05 \pm 0.01	14.18 \pm 0.79	0.04 \pm 0.01	0.34 \pm 0.08
5	0.13 \pm 0.08	14.30 \pm 0.50	0.07 \pm 0.02	0.38 \pm 0.23
6	0.06 \pm 0.01	13.40 \pm 0.91	0.06 \pm 0.02	0.27 \pm 0.11
7	0.16 \pm 0.15	15.45 \pm 1.75	0.08 \pm 0.02	0.40 \pm 0.18
8	0.08 \pm 0.01	14.54 \pm 1.10	0.06 \pm 0.01	0.22 \pm 0.05
9	0.04 \pm 0.02	14.21 \pm 1.14	0.06 \pm 0.01	0.26 \pm 0.03
10	0.11 \pm 0.01	14.36 \pm 0.40	0.06 \pm 0.01	0.20 \pm 0.10

TAB. 4 - Qualità dell'acqua nelle vasche riceventi due pasti (mg/l \pm d.s.)

Ore dal pasto	PO ₄ -P	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ ⁺ -N
1	0.24 \pm 0.14	14.48 \pm 0.70	0.05 \pm 0.01	0.20 \pm 0.08
2	0.06 \pm 0.03	13.54 \pm 0.60	0.05 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01
3	0.06 \pm 0.02	14.91 \pm 0.71	0.05 \pm 0.01	0.16 \pm 0.06
4	0.05 \pm 0.01	15.15 \pm 0.95	0.05 \pm 0.01	0.40 \pm 0.07
5	0.07 \pm 0.01	14.34 \pm 0.97	0.07 \pm 0.01	0.28 \pm 0.07
6	0.06 \pm 0.01	13.84 \pm 1.50	0.07 \pm 0.01	0.21 \pm 0.11
7	0.08 \pm 0.02	16.01 \pm 0.34	0.06 \pm 0.01	0.14 \pm 0.05
8	0.16 \pm 0.12	14.28 \pm 0.70	0.05 \pm 0.01	0.20 \pm 0.04
9	0.05 \pm 0.02	14.84 \pm 1.59	0.05 \pm 0.02	0.36 \pm 0.16
10	0.19 \pm 0.10	14.65 \pm 0.30	0.05 \pm 0.01	0.44 \pm 0.24

Ringraziamenti

Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R., nell'ambito del PF RAISA, sottoprogetto n° 3, Pubblicazione numero 1050.

Bibliografia

- A.O.A.C. (1990). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytic Chemists Inc., Arlington, USA, 15th edition, pp. 1015.
- BEAMISH F. W.H. & THOMAS E. (1984). Effects of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 41: 359-371.
- BELLARDI S., BIANCHINI M.L., DOMENIS L. & PALMEGIANO G.B. (1994). Adipocytes size and number in rainbow trout under different feeding regimes. *J. World Aquacul.* In press.
- BEVERIDGE M.C.M. (1984). Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact. *FAO Fish Tech. Pap.*, 255: 131-142.
- BRETr J.R. (1979). Environmental factors and growth. In: *Fish Physiology*, (W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett, eds.), Academic Press, Landon, vol. VIII, pp. 599-675.
- CESCHIA G. & GIORGETTI G. (1988). Qualità dell'acqua delle trocultiure della zona delle risorgie ve della regione Friuli-Venezia Giulia. *Riv. It. Acquacol.*, 23: XIV-XVIII.
- CHOUBERT G., BLANC J.M. & LUQUET P. (1984). Influence de la modification de la fréquence de distribution des repas sur la digestibilité du regime alimentaire chez la truite arc-en-ciel. *Ann. Zootech.*, 33: 255-262.
- FAUCONNEAU B., KAUSHIK S.J. & BLANC J.M. (1989). Uptake and metabolization of dissolved compounds in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry. *Campo Biochem. Physiol.*, 93A: 839-843.
- FAURÉ A. (1983). Intérêt et pratique de l'alimentation libre service en salmoniculture intensive. *Piscic. Fr.*, 74: 15-26.
- GRA YTON B.D. & BEAMISH F. W .H. (1977). Effects of feeding frequency on food intake, growth and body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 11: 159-172.
- KAUSHIK S.J. & COWEY C.B. (1991). Dietary factors affecting nitrogen excretion by fish, In: *Nutritional Strategies and Aquaculture Wastes*, (C.B. Cowey & C. Y. Cho, eds.), University of Guelph, Guelph, Canada, pp. 3-19.
- KAUSHIK S.J. & FAUCONNEAU B. (1984). Effects of lysine administration on plasma arginine and on some nitrogenous catabolites in rainbow trout. *Campo Biochem. Physiol.*, 79A: 459-462.
- KAUSHIK S.J. & GOMES E.F. (1988). Effect of frequency of feeding on nitrogen and energy balance in rainbow trout under maintenance conditions. *Aquaculture*, 73: 207-216.
- LANARI D., D'AGARO E. & BALLESTRAZZI R. (1993). Effetto del livello proteico in mangimi iperenergetici sulle prestazioni produttive, utilizzazione digestive e caratteristiche delle acque reflue della trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*). *Riv. It. Acquacol.*, 28: 127-141.
- LANARI D., TIBALDI E., BALLESTRAZZI R. & TULLI F. (1991). Impiego di diete a moderato contenuto di farina di pesce per la trota iridea. Rivalutazione del fabbisogno di lisina della specie ed effetti sulle acque reflue. *Atti IX Congresso ASPA*, Roma, 1089- 1098.
- LUQUET P., RENON P. & KAUSHIK S.J. (1981). Influence du nombre de repas journaliers et du jeûne hebdomadaire sur la croissance chez la truite arc-en-ciel. *Ann. Zootech.*, 30: 411-424.
- MAKINEN T. (1993). Effect of feeding schedule on growth of rainbow trout. *Aquaculture International*, 1: 124-136.
- NOESKE-HALLIN T.A., SPIELER R.E., PARKER N.C. & SUTrLE M.A. (1985). Feeding time differentially affects fattening and growth of channel catfish. *J. Nutr.*, 115: 1228-1232.
- PALMEGIANO G.B., BIANCHINI M.L., BOCCIGNONE M., FORNERIS G., SICURO B. & ZOCCARATO I. (1993). Effetto del digiuno e dell'ora di somministrazione della dieta sulla composizione in acidi grassi di trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*). *Riv. It. Acquacol.*, 28: 5-11.
- PALMEGIANO G.B., BIANCHINI M.L., BOCCIGNONE M., CONTI A., FORNERIS G., GHITrINO C. & ZOCCARATO I. (1994). Effetto dell'ora di somministrazione del pasto sulla composizione corporea di trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*). *Riv. It. Acquacol.*, 29: 67-72.

- PANDIAN T.J. & VIVEKANANDAN E. (1985). Energetics of feeding and digestion. In: *Fish Energetics: New Perspectives*, (P. Tytler & P. Calow, eds.), Croom Helm, London, pp. 99-124.
- POXTON M.G. & LLOYD N.J. (1989). Fluctuations in ammonia production by eels (*Anguilla anguilla* L.) as a result of feeding strategy. In: *Aquaculture. A Biotechnology in Progress*, (N. De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors & N. Wilkins, eds.), European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp.1125-1135. STAT-ITCF (1988). *Manuel d'Utilisation*. ITCF, Paris.
- SOLBERG S.O. & BREGNBALLE F. (1982). Pollution from farmed trouts fed with minced trash fish. In: *Report of the EIFAC Workshop on Fish Farm Effluents*, (J.S. Alabaster, ed.), *EIFAC Tech. Pap.*, 41: 65-71.
- SUNDARARAJ B.J., NATH P. & HALBERG F. (1982). Circadian meal timing in relation to lighting schedule optimizes catfish weight gain. *J. Nutr.*, 112: 1085-1097.
- TUNG P.H. & SHIAU S.Y. (1991). Effects of meal frequency on growth performance of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, fed different carbohydrate diets. *Aquaculture*, 92: 343-350.
- WARRER-HANSEN I. (1982). Methods of treatment of waste water from trout farming. In: *Report of the EIFAC Workshop on Fish Farm Effluents*, (J.S. Alabaster, ed.), *EIFAC Tech. Pap.*, 41: 113-121.
- ZOCCARATO I., BENATTI G., BIANCHINI M.L., BOCCIGNONE M., CONTI A., NAPOLITANO R. & PALMEGIANO G.B. (1994). Differences in performances, flesh composition and water output quality in relation to density and feeding levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farming. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25: 639-647.
- ZOCCARATO I., BOCCIGNONE M., PALMEGIANO G.B., ANSELMINO M., BENATTI G. & LEVERONI-CALVI S. (1993). Meal timing and feeding level: effect on performances in rainbow trout. In: *Fish Nutrition in Practice*, (S.J. Kaushik & P. Luquet, eds.), INRA. Paris, pp. 297-300.