

EFEITO DA DENSIDADE NA PRODUTIVIDADE DA TRUTA ARCO-ÍRIS, *Oncorhynchus mykiss*
(OSTEICHTHYES, SALMONIFORMES, SALMONIDAE)

(Effect of density on the productivity of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* –
Osteichthyes, Salmoniformes, Salmonidae)

Marcos Guilherme RIGOLINO¹
Yara Aiko TABATA²
Bianor CORRÊA DA SILVA NETO³
Antonio Carlos de CARVALHO FILHO³
Lilian Mitico OTA⁴

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Salmonicultura de Campos do Jordão - SP (22°45'S, 45°30'W) objetivando avaliar os efeitos de diferentes densidades (15, 25 e 35 quilos de peixe por metro cúbico de água) sobre o crescimento e a produtividade da truta arco-íris, durante o período experimental de 245 dias. Não houve diferenças significativas com relação ao peso médio, à eficiência alimentar e à taxa de mortalidade entre as diferentes densidades. Os resultados obtidos indicam que o potencial de produção dos tanques experimentais não foi alcançado, sugerindo uma densidade de 43 quilos por metro cúbico para uma maximização do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: truta arco-íris, densidade, produtividade

ABSTRACT

The present work was carried out at Estação Experimental de Salmonicultura de Campos do Jordão - São Paulo, Brasil (22°45'S, 45°30'W) with the purpose of evaluate the effects of different densities (15, 25 and 35 kg per cubic meter of water) on the growth and productivity of rainbow trout, during the experimental period of 245 days. There were no significant differences in mean weight, feeding efficiency and mortality rate among density groups. The results show that the potential of production in the experimental ponds were not achieved and suggest, for maximize the system, the density of 43 kg per cubic meter.

KEY-WORDS: rainbow trout, density, productivity

1. INTRODUÇÃO

A produtividade de uma salmonicultura comercial pode variar consideravelmente dependendo da quantidade e qualidade da água, do tipo de instalações e das técnicas de cultivo empregadas.

Dentre as práticas de manejo que interferem no crescimento, na eficiência alimentar e na mortalidade de peixes cultivados em sistema intensivo, a densidade de estocagem é particularmente importante (REFSTIE, 1977; TRZEBIATOWSKI; FILIPIAK & JAKUBOWSKI, 1981 e IWAMOTO; MYERS & HERSHBERGER, 1986).

Sendo o oxigênio dissolvido um dos principais fatores limitantes na estocagem, teoricamente, a densidade poderia ser aumentada proporcionalmente ao incremento de oxigênio introduzido no meio, tanto por métodos mecânicos quanto pelo aumento da taxa de renovação d'água. Contudo, HUISMAN (1986) e STEFENS (1987) consideram que a intensificação da vazão resulta no incremento do consumo de oxigênio devido ao aumento da velocidade de natação, com perda na eficiência produtiva. Deve ser salientado ainda, que a medida em que se aumenta a densidade, a

(1) Pesquisador Científico – Estação Experimental de Salmonicultura – Instituto de Pesca – Bolsista CNPq
(2) Pesquisador Científico – Estação Experimental de Salmonicultura – Instituto de Pesca
(3) Pesquisador Científico – Seção de Aquicultura – Divisão de Pesca Interior – Instituto de Pesca
(4) Bióloga Estagiária – Estação Experimental de Salmonicultura – Instituto de Pesca

qualidade da água decresce, principalmente pela concentração do nitrogênio amoniacal excretado pela truta (SABAUT, 1977 e PARKER, 1986).

Segundo WEDEMEYER (1976) e PARKER (1986), peixes mantidos em altas densidades estão submetidos a estresse contínuo apresentando alterações fisiológicas, como a supressão do sistema imunológico, perda do equilíbrio osmótico e diminuição da alimentação, com conseqüente redução do crescimento.

Além da qualidade da água e do tamanho dos peixes, aspectos como forma e dimensão dos tanques devem ser considerados na esto-

cagem, pois a circulação da água vai depender das condições hidráulicas das instalações (BLANCO CACHAFEIRO, 1984).

A fim de se obter os melhores resultados, quando da mensuração das características produtivas de uma espécie, em tanques experimentais, é necessário padronizar a densidade de estocagem que forneça o melhor desempenho.

Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades sobre o ganho de peso, a eficiência alimentar, o fator de condição e o incremento em biomassa da truta arco-íris, durante várias fases do crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Salmonicultura do Instituto de Pesca localizado no município de Campos do Jordão - SP (22°45'S, 45°30'W e altitude de 1600 metros), durante o período compreendido entre 21 de agosto de 1986 e 28 de maio de 1987).

Alevinos de truta arco-íris, com peso médio de 77,8 gramas, foram distribuídos em 9 tanques de alvenaria (4,00 m x 1,10 m x 0,85 m) mantidos com 2 m³ de água e vazão regulada em 4 litros de água por minuto por quilo de peixe estocado, no decorrer do experimento.

O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso (OSTLE, 1965) com três tratamentos e três blocos, sendo os tratamentos (A, B, e C) correspondentes às densidades 15, 25 e 35 quilos de peixe por metro cúbico de água, respectivamente.

Todos os tratamentos receberam ração peletizada do tipo seco (10% de umidade) balanceada em 44% de proteína bruta e 10,8% de lipídeos totais, na quantidade equivalente a 1, 2 e 3% do peso vivo ao dia, distribuída em 3 porções diárias. A taxa de arraçamento foi decrescente com o aumento do tamanho dos peixes.

As pesagens (em biomassa) e a contagem dos peixes em cada tanque foram realizadas em intervalos de 35 dias, ocasião em que a densidade de estocagem inicial era mantida através da retirada do peso excedente (incremento em biomassa). Destes, foram amostrados ao acaso 30 exemplares de cada parcela dos quais foram obtidos, individualmente, o peso total (Wt) em gramas e o comprimento total (Lt) em centímetros.

Dianamente foram anotados os dados de temperatura da água (°C), através de termômetro de máxima e mínima. Os valores de oxigênio dissolvido foram determinados pelo método de Winkler, através de amostras de água coletadas na canaleta de abastecimento (comum a todos os tanques) e na saída dos tanques, nos dias correspondentes às pesagens.

Os incrementos em biomassa foram calculados em quilos por metro cúbico, por período parcial e total (acumulado a cada 35 dias).

A eficiência alimentar (ef.al.) foi calculada através da razão obtida entre o incremento em biomassa acumulada até o instante t (I_t) e a biomassa inicial (B_i), pela quantidade de ração fornecida no período correspondente (R_{DT}).

$$ef.al. = \frac{I_t - B_i}{R_{DT}}$$

O fator de condição (K) foi estimado aos 250, 500 e 750 gramas (peso médio) para todos os tratamentos, sendo $\bar{\theta}$ estimado da relação W_t/L_t , considerando-se os valores médios obtidos em cada período, para todos os tratamentos agrupados.

$$K = \frac{W_t}{L_t \bar{\theta}} \cdot 100$$

Foram realizadas análises de variância, levando-se em consideração as regressões linear e quadrática (SNEDECOR & COCHRAN, 1971), a fim de se estabelecer as equações gerais de regressão (EGR) para as características estudadas, bem como, comparações entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey (DMS = diferença mínima significativa) e a rejeição da hipótese de nulidade adotada foi ao nível probabilístico de 5% ($P(0,05)$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos no decorrer do período experimental permitiu observações a respeito das características incremento em biomassa por metro cúbico, ganho de peso médio, eficiência alimentar e fator de condição.

Na FIGURA 1 estão representadas graficamente as curvas de incremento em biomassa por metro cúbico nos diferentes tratamentos no decorrer do período experimental, bem como as respectivas equações gerais de regressão.

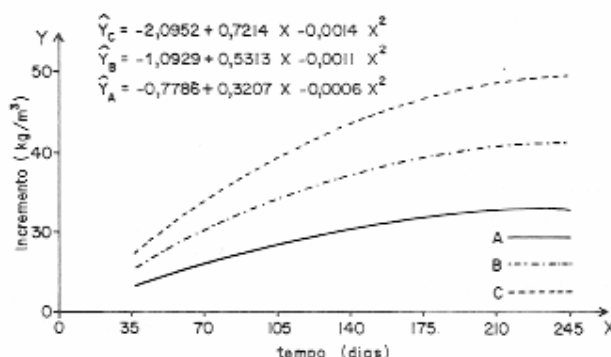


FIGURA 1 - Incremento em biomassa por metro cúbico, acumulado a cada 35 dias, para cada tratamento

Onde $\hat{Y}$ representa o incremento em kg/m^3 e X o tempo em dias.

A aplicação do teste de Tukey permitiu observar que os contrastes entre os tratamentos excederam, em todos os intervalos de tempo, o valor da DMS ao nível de 5% de probabilidade ($q = 5,00$); portanto, os incrementos acumulados para todos os tratamentos no

decorrer de todo o período experimental diferiram significativamente entre si, sendo que, entre os blocos, em nenhum momento excederam o valor da DMS ao nível de 5% de probabilidade ($q = 5,00$), não havendo, portanto, diferença significativa entre os blocos.

Foram efetuadas análises de variância considerando-se as regressões linear e quadrática para o incremento acumulado a cada 35

dias, durante todo o período experimental, utilizando-se o método dos polinômios ortogonais. Para todos os intervalos de 35 dias, observou-se serem os componentes de 1º e 2º graus significativos ao nível de 5% de probabilidade ($P(0,05)$).

A partir do cálculo dos coeficientes correspondentes aos componentes de 1º e 2º graus, foram obtidas as seguintes equações gerais de regressão (EGR) para cada intervalo de pesagem:

$$\hat{Y}_{35} = -13,3708 + 1,4875X - 0,0120X^2$$

$$\hat{Y}_{70} = -18,5816 + 2,2450X - 0,0106X^2$$

$$\hat{Y}_{105} = -22,4056 + 2,8475X - 0,0095X^2$$

$$\hat{Y}_{140} = -30,7302 + 3,6775X - 0,0116X^2$$

$$\hat{Y}_{175} = -34,4094 + 4,0375X - 0,0131X^2$$

$$\hat{Y}_{210} = -32,3764 + 3,9200X - 0,0065X^2$$

$$\hat{Y}_{245} = -28,7542 + 3,6350X + 0,0045X^2$$

Onde $\hat{Y}$ representa o incremento em kg/m^3 a cada intervalo de pesagens e X , as densidades de estocagem em kg/m^3 .

Na FIGURA 2 e na FIGURA 3 podem-se observar, respectivamente, o peso médio durante todo o período experimental e o ganho de peso médio a cada intervalo de pesagem. Os coeficientes de variação foram de 52,85% e 17,99%, respectivamente, para todo o período experimental e para o peso médio final.

As análises de variância efetuadas para o peso médio apontaram diferença significativa entre os tratamentos, apenas aos 105 dias, revelando, pelo teste de Tukey, uma diferença de

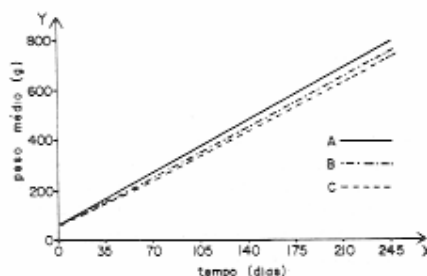


FIGURA 2 - Peso médio durante o período experimental

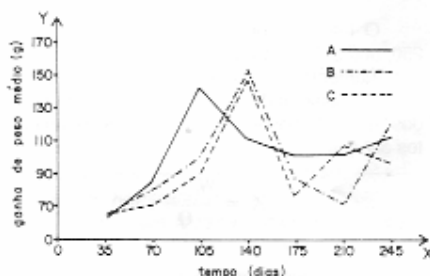


FIGURA 3 - Ganho de peso médio a cada período de 35 dias

66,83 gramas entre as densidades de 15 e 35 kg/m^3 ao nível de 5% de probabilidade ($q = 5,00$ e $DMS = 62,42$).

As análises de variância efetuadas para o ganho de peso médio não apontaram diferença significativa entre os tratamentos, dentro de cada intervalo de pesagem, durante todo o período experimental.

TRZEBIATOWSKI; FILIPIAK & JAKUBOWSKI (1981), estudando o efeito de várias densidades em truta arco-íris estocadas em tanques rede, observaram que a taxa de crescimento individual foi inversamente proporcional ao aumento de densidade.

A diminuição da taxa de crescimento e do fator de condição em função do aumento da densidade também foram observadas por REFSTIE (1977). Este autor observou que quando os diferentes grupos foram mantidos sob mesma densidade, aqueles estocados anteriormente em densidades elevadas mostraram um crescimento relativo maior, isto é, um crescimento compensatório ocorreu quando as densidades foram padronizadas.

No presente trabalho pode-se observar que os pesos médios foram decrescentes com o aumento da densidade; entretanto, as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas (FIGURA 2). A inflexão da curva determinada pela equação geral de regressão com relação à densidade estabelece o ponto de 43 kg por metro cúbico indicando que o potencial de produção do sistema empregado não foi alcançado (FIGURA 4). Trata-se, entretanto, de um valor extrapolado com re-

lação ao modelo experimental, o que sugere que a magnitude dos tratamentos mereceria ser ampliada.

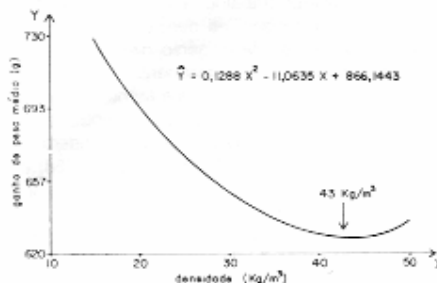


FIGURA 4 - Equação geral de regressão (EGR) e curva de ganho de peso com relação às densidades

Na FIGURA 5 estão representados graficamente os valores da eficiência alimentar de cada tratamento durante o período experimental.

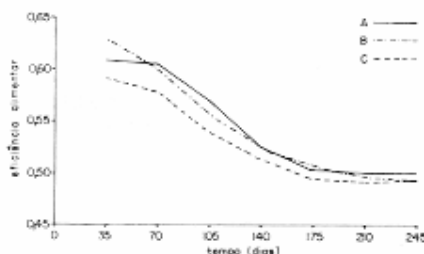


FIGURA 5 - Eficiência alimentar durante o período experimental

As análises de variância para a eficiência alimentar efetuadas, levando-se em conta os valores de biomassa obtidos no início do experimento e os incrementos em biomassa acumulados a cada intervalo de pesagem, não revelaram diferenças significativas em nenhum momento, tanto entre os tratamentos quanto entre os blocos.

Por outro lado, os resultados apresentados por TRZEBIATOWSKI; FILIPIAK & JAKU-

BOWSKI (1981) mostram que a taxa de conversão alimentar aumentou com a densidade de estocagem, sendo mais acentuada na fase final do experimento onde os tratamentos alcançaram as densidades de 35,4 a 170,2 kg/m³, superiores àquelas testadas neste experimento.

De acordo com WEDEMEYER (1986) peixes estocados em densidades elevadas encontram dificuldade de movimentação e apreensão do alimento, mesmo quando este é oferecido em excesso. Este mesmo autor relata que a truta é fisiologicamente estressada quando submetida a densidade superior a 16 kg/m³, mas mantém a capacidade de se alimentar normalmente; entretanto, este estresse pode afetar a conversão alimentar.

A eficiência alimentar decresceu com o aumento do peso médio em todos os tratamentos, sendo esses resultados similares aos obtidos por TABATA et alii (1988).

A FIGURA 6 demonstra a relação existente entre o peso (Wt) em gramas e o comprimento (Lt) em centímetros, para todos os tratamentos agrupados, no decorrer do período experimental.

Pode-se observar pela TABELA 1 que o fator de condição decresce com o aumento da densidade e que apenas para o tratamento C (35 kg/m³) decresce com o aumento do peso médio.

MORKRAMER; HORSTGEN-SCHWARK & LANGHOLZ (1985), comparando o desempenho entre populações europeias de trutas submetidas a diferentes ambientes: tanque de terra

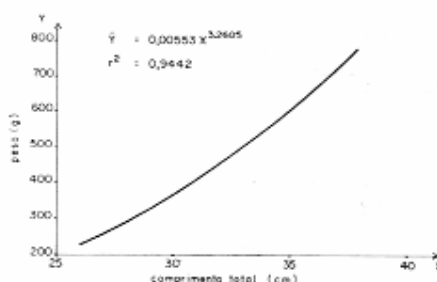


FIGURA 6 - Curva da relação peso/comprimento e respectiva equação geral

e silo (tanque vertical com suplementação de oxigênio), verificaram que as variações na densidade de estocagem nos dois sistemas utilizados (taxas de estocagem final de 1,4 kg/m³ e de 110 kg/m³, respectivamente) não apresentaram alterações significativas no crescimento, durante a fase da engorda. Segundo estes autores, as interações genótipo-meio ambiente são pouco expressivas em truta arco-íris quando as condições ambientais são matidas dentro do padrão de produção.

TABELA 1
Valores do fator de condição (K) aos 250, 500 e 750 gramas, sendo $\bar{O} = 3,26050$

Treatamentos	Peso	250 g	500 g	750 g
15 kg/m ³		0,5564	0,5579	0,5587
25 kg/m ³		0,5526	0,5553	0,5569
35 kg/m ³		0,5507	0,5459	0,5431

Durante todo o período de execução deste experimento, a temperatura da água manteve-se dentro dos limites considerados ótimos para a espécie, sendo que os valores médios obtidos por intervalo de pesagem variaram de 13°C a 16,3°C e os valores extremos de 10°C a 19°C (FIGURA 7).

Segundo WILLOUGHBY (1968), WESTERS (1970) e SABAUT (1977), a capacidade de sustentação de um tanque em uma salmônica intensiva é determinada consideran-

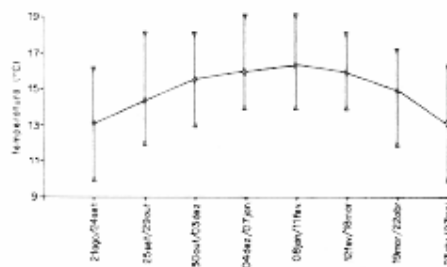


FIGURA 7 - Variações médias da temperatura da água obtidas a cada intervalo de pesagem e temperaturas máximas e mínimas registradas no período

do-se a vazão de água de abastecimento, o teor de oxigênio dissolvido e a taxa de arrastamento (variável em função da temperatura e do tamanho do peixe).

No presente trabalho, a vazão foi mantida de forma proporcional às densidades de estocagem. Os teores de oxigênio dissolvido obtidos na canaleta de abastecimento variaram de 7,4 a 8,6 mg/L e, na saída dos tanques, mantiveram-se sempre acima do limite crítico para a truta arco-íris não sendo, portanto, considerado fator limitante. BURROWS & COMBS (1968) e HUISMAN (1986) relatam que para a truta arco-íris níveis de oxigênio abaixo de 6 mg/L resultam na redução da atividade metabólica com conseqüente redução da taxa de crescimento.

Embora nos tanques de densidade mais elevada a renovação horária do volume de água fosse aproximadamente de 8 vezes, não se notaram alterações na eficiência alimentar, quando comparado aos tratamentos submetidos a renovações inferiores.

As análises de variância das taxas de mortalidade (mortos/total) não apresentaram diferença significativa entre os diferentes tratamentos durante todo o período experimental. Embora em termos absolutos a mortalidade aumente com a densidade, uma proporcionalidade foi mantida em relação à população total, conforme pode-se observar pela TABELA 2, onde são apresentados os percentuais de mortalidade para cada tratamento no decorrer do período experimental.

TABELA 2
Mortalidade percentual por tratamento durante o experimento

Tempo (dias)	Tratamentos 15 kg/m ³	25 kg/m ³	35 kg/m ³
35	1,33	1,00	2,00
70	0,66	0,33	1,00
105	0,33	0,00	0,00
140	0,33	0,33	0,00
175	0,33	0,00	0,00
210	0,00	0,00	0,00
245	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3,00	2,00	3,00

Observa-se, também, que a mortalidade decresceu com o aumento do peso médio dos peixes.

Durante a fase de crescimento em diferentes densidades, REFSTIE (1977) obteve uma maior taxa de mortalidade nos grupos de alta densidade, enquanto que TRZEBIATOWSKI, FILIPIAK & JAKUBOWSKI (1981) obtiveram uma relação inversa. A distinção entre os resultados apresentados por estes autores e os obtidos neste trabalho sugerem que o estágio de

crescimento e o peso dos peixes empregados na experimentação são fatores de grande variação na densidade de estocagem.

Os resultados obtidos mostram que o crescimento e a conversão alimentar da truta não foram afetados pelas densidades testadas, sugerindo que o potencial de produção dos tanques experimentais empregados não foi alcançado. Para uma utilização mais intensiva dos mesmos, recomenda-se uma densidade de 43 quilos de peixes por metro cúbico nas fases de cultivo estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO CACHAFEIRO, M. C. 1984 *La trucha - cria industrial*. 1ª ed., Madrid, Ed. Mundi-Prensa 238 p.
- BURROWS, R. E. & COMBS, B. D. 1968 Controlled environments for salmon propagation. *The Progressive Fish-Culturist*, Washington, 30(3):123-36, Jul.
- HUISMAN, E. A. 1986 The role of oxygen in fish production. In: Proceedings 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE OF AQUAFARMING, Verona, 1984, Grimaldi & Rosenthal Editors, p. 246-55.
- IWAMOTO, R. N.; MYERS, J. M. & HERSHBERGER, W. K. 1986 Genotype-environmental interactions for growth of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 57(1-4):153-161.
- MORKRAMER, S.; HORSTGEN-SCHWARK, G. & LANGHOLZ, H. J. 1985 Comparison of different european rainbow trout populations under intensive production conditions. *Aquaculture*, 44(4):303-320.
- OSTLE, B. 1965 *Estadística aplicada*. 1ª ed., Mexico, Ed. Limusa-Wiley 629 p.
- PARKER, W. 1986 Status and overview of fish culture systems and techniques in the United States. In: Proceedings 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE OF AQUAFARMING, Verona, 1984, Grimaldi & Rosenthal Editors, p. 46-69.
- REFSTIE, T. 1977 Effect of density on growth and survival of rainbow trout. *Aquaculture*, 11(1):329-34.
- SABAUT, J. J. 1977 *Cria de la trucha arco-iris*. CI-PASA - Alimentos piscícolas. Grafica Lorca. Madrid. (apostila: 13 p.).
- SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. 1971 *Métodos estadísticos*. 6ª ed., Mexico, Continental. 593 p. (original em inglês).
- STEFENS, W. 1987 *Princípios fundamentais de la alimentación de los peces*. 1ª ed., Acribia 275 p. (original em alemão).
- TABATA, Y. A.; RIGOLINO, M. G.; CORRÊA DA SILVA NETO, B.; PAIVA, P. & ISHIKAWA, C. M. 1988 Influência de diferentes taxas de arrazoamento no crescimento da truta arco-íris, *Salmo irideus* Gibbons. *B. Inst. Pesca*, 15(1):31-38.
- TRZEBIATOWSKI, R.; FILIPIAK, J. & JAKUBOWSKI, R. 1981 Effect of stock density on growth and survival of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Rich. *Aquaculture*, 22(1):289-95.
- WEDEMEYER, G. A. 1976 Physiological response of juvenile Coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* and rainbow trout, *Salmo gairdneri* to handling and crowding stress in intensive fish culture. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, Canada, 33(12):2699-700, Dec.
- WESTERS, H. 1970 Carrying capacity of salmonid hatcheries. *The Progressive Fish-Culturist*, Washington, 32:43-46.
- WILLOUGHBY, H. 1968 A method for calculating carrying capacities of hatchery troughs and ponds. *The Progressive Fish-Culturist*, Washington, 30(3):173-4, Jul.

