

## PRODUÇÃO DE LOTES MONOSSEXOS FEMININOS TRIPLÓIDES DE TRUTA ARCO-ÍRIS, *Oncorhynchus mykiss* (PISCES, SALMONIDAE). III - CRESCIMENTO ATÉ IDADE DE PRIMEIRA MATUREZA SEXUAL

[Production of all female triploid rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Pisces, Salmonidae). III - Growth up to first sexual maturation]

Yara Aiko Tabata<sup>1,3</sup>, Marcos Guilherme Rigolino<sup>1</sup>, Ricardo Yasuichi Tsukamoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador Científico - Núcleo Experimental de Salmonicultura "Dr. Ascânio de Faria" - Instituto de Pesca - SAA

<sup>2</sup> Biólogo, D.Sc.

<sup>3</sup> Endereço/Address: Caixa Postal 361 - CEP 12460-000 - Campos do Jordão - SP - Fone/FAX: +55 12-263 1021 - e mail: maryar@uol.com.br

\* Parte da dissertação de Mestrado em Reprodução Animal, apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, pelo primeiro autor.

### RESUMO

Este trabalho compara o crescimento e a sobrevivência entre lotes monossexos femininos e de sexos mistos de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, diplóides e triplóides, cultivados separadamente desde o início da alimentação até completarem o primeiro ciclo reprodutivo. Os lotes monossexos femininos foram obtidos usando-se sêmen de fêmeas genotípicas masculinizadas com 17 $\alpha$ -metiltestosterona. A triploidia foi induzida por choque térmico a 28°C, aplicado durante 20 minutos, com início 10 minutos após a ativação dos ovos. Ao final da fase I do cultivo (12 meses), os grupos tratados com choque térmico apresentaram maior mortalidade do que os seus respectivos controles. Na fase II do cultivo (do 12<sup>o</sup> ao 26<sup>o</sup> mês), a mortalidade foi mais intensa nos grupos diplóides, principalmente nos machos. Os diplóides, sobretudo os lotes de sexos mistos, cresceram mais rápido do que os triplóides até a primeira estação de desova e depois disso, os triplóides, sobretudo os lotes monossexos femininos, foram mais pesados do que os diplóides. Externamente, os machos triplóides exibiram as características sexuais secundárias típicas dos machos sexualmente maduros, enquanto que as fêmeas triplóides mantiveram o aspecto de peixes juvenis. Esses resultados desaconselham o emprego de lotes de sexos mistos na produção de triplóides e indicam a obtenção de lotes monossexos femininos estéreis, pela associação das técnicas de reversão sexual e de triploidização, nos cultivos direcionados à produção de trutas de grande porte.

**Palavras-chave:** truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, grupos 100% fêmeas, triploidia, crescimento, sobrevivência

### ABSTRACT

Growth and survival were compared between all-female and mixed-sex groups of diploid and triploid rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared separately from first feeding up to completing the first reproductive cycle. All-female groups were generated using sperm from genotypic females masculinized with 17 $\alpha$ -methyltestosterone. Triploidy was induced by a 28°C heat shocking in inseminated eggs, for 20 minutes, starting 10 minutes after egg activation. At the end of the first rearing period (12 months) the heat-shocked groups showed higher mortality than their respective diploid controls. In the second rearing period (from 12<sup>th</sup> through 26<sup>th</sup> month) the mortality was more severe in the diploid groups, especially among the males. Diploids, especially from the mixed-sex groups, grew faster than triploids until the first spawning season. After that, triploids, especially from all-female groups, reached higher weights than the diploids one. Externally, triploid males showed the typical secondary sex characteristics of ripe males, whereas triploid females kept the appearance of juvenile fishes. These results preclude the use of mixed-sex groups in the triploids production and support the usefulness of sterile all-female groups generated by the association of sex reversal and triploidization, in trout farming oriented to production of large-sized fish.

**Key words:** rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, all-female groups, triploidy, growth, survival

## Introdução

A maturação sexual é um dos processos biológicos que mais afeta a produtividade nos cultivos intensivos, pois, durante esse período, a energia para o crescimento somático é canalizada para a produção de gametas, resultando na diminuição do crescimento, da eficiência alimentar, da sobrevivência e da qualidade do pescado (Bye e Lincoln, 1986, Aksnes, Gjerde e Roald, 1986).

Esses problemas são mais acentuados nos machos, pois uma considerável proporção deles tornam-se maduros sexualmente, ainda no primeiro ano de vida, antes de alcançarem o peso comercial da truta “porção”, de duzentos e cinquenta gramas, enquanto que as fêmeas maturam somente aos dois anos de idade (Johnstone, Simpson e Youngson, 1978).

A exploração de trutas de grande porte, direcionada para as indústrias de processamento, pesca esportiva e outras formas de consumo doméstico, requer um ciclo de produção que se estende além do período de primeira maturação. Assim, para suprir esse mercado de modo mais racional, torna-se necessária a adoção de técnicas de controle da sexualidade no manejo desses cultivos, visando retardar, ou até mesmo suprimir, os efeitos colaterais associados à maturação sexual.

Dentre essas técnicas, aquelas que objetivam a produção de estoques monossexos femininos e de estoques estéreis, obtidos, respectivamente, através da reversão sexual e da triploidização, têm sido consideradas as mais indicadas para melhorar a qualidade e o desempenho dos salmonídeos cultivados (Donaldson e Hunter, 1982, Dunham, 1990, Ihssen *et al.*, 1990). O uso de lotes monossexos femininos eliminaria as desvantagens apresentadas pela precocidade sexual dos machos, enquanto que a triploidia induzida, por suprimir a atividade reprodutiva, permitiria novas opções de manejo (Piferrer e Donaldson, 1988).

Nos machos triplóides, a redução do desenvolvimento gonadal é menos marcada do que nas fêmeas, uma vez que o processo meiótico ocorre em fases mais adiantadas do crescimento (Bye e Lincoln, 1986). Apesar de estéreis (Benfey *et al.*, 1986), esse desenvolvimento testicular permite a expressão das características sexuais secundárias que são indesejáveis na comercialização do pescado (Lincoln e Scott, 1984). Conseqüentemente, a triploidização deve ser praticada em lotes monossexos femininos, que podem ser produzidos, indiretamente, pela reversão sexual. Essa técnica consiste na masculinização de

fêmeas genóticas com hormônio androgênico e posterior inseminação de óvulos normais com o sêmen dessas fêmeas masculinizadas. A progênie resultante é 100% feminina, pois as fêmeas revertidas, embora sejam funcionalmente machos, são, genotipicamente, femininas (Hunter *et al.*, 1983, Piferrer e Donaldson, 1989).

O presente trabalho teve por objetivo comparar o crescimento e a sobrevivência entre lotes monossexos femininos e lotes de sexos mistos de truta arco-íris, submetidos ao tratamento de indução à triploidia por choque térmico, desde o início da alimentação até o final do primeiro ciclo reprodutivo.

## Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido no Núcleo Experimental de Salmonicultura “Dr. Ascânio de Faria”, do Instituto de Pesca, localizado no Município de Campos do Jordão-SP (22° 45' S e 45° 30' W e altitude média de 1600 metros).

Na temporada reprodutiva de 1991, no dia 02 de agosto, foram coletados óvulos de 12 fêmeas e constituído um “pool”. Esses óvulos foram distribuídos em 12 parcelas e agrupadas em 2 grupos, A e B, sendo o grupo A fertilizado com um “pool” de sêmen de 4 machos normais e o grupo B fertilizado com um “pool” de sêmen de 4 fêmeas genóticas masculinizadas. A masculinização dessas fêmeas genóticas foi feita pela administração oral de 17 $\alpha$ -metiltestosterona nos estágios iniciais do desenvolvimento (Tabata e Rigolino, 1990).

Para indução à triploidia, decorridos 10 minutos da ativação dos ovos com água a 10° C, os ovos de 3 parcelas do grupo A e de 3 parcelas do grupo B foram mergulhados em água a 28° C durante 20 minutos. Em seguida, os ovos de todas as parcelas foram transferidos para a incubadora, onde foram mantidos separadamente nas bandejas sob as mesmas condições de incubação.

Deste modo, foram constituídas 4 progênies correspondentes aos tratamentos: lote diplóide de sexos mistos (**2n mistos**), lote triplóide de sexos mistos (**3n mistos**), lote diplóide 100% feminino (**2n fêmeas**) e lote triplóide 100% feminino (**3n fêmeas**).

O crescimento dos animais foi estudado durante o período compreendido entre 01/10/91 e 24/11/93, desde o início da alimentação até quando todos os animais ultrapassaram o primeiro ciclo reprodutivo. Esse período foi dividido em duas fases de cultivo. A fase I teve a duração de um ano e correspondeu ao tempo necessário para que os peixes de todos os

tratamentos atingissem os pesos médios próximo de 250 g, que é o peso comercial da truta “porção”, praticado tradicionalmente, e a fase II compreendeu o restante do período experimental e envolveu todo o primeiro ciclo reprodutivo.

Foram empregados 230 animais em cada parcela, os quais, durante os primeiros 3 meses de cultivo foram mantidos no laboratório em caixas plásticas. Após essa fase, foram transferidos para tanques externos sob condições normais de fotoperíodo. Até completarem 12 meses de cultivo, permaneceram em tanques circulares de fibra de vidro e daí até o término do experimento, permaneceram em tanques de alvenaria. A vazão de água nos três tipos de instalações foi sempre superior a uma renovação do volume total por hora, sendo os volumes de água nos diferentes tanques mantidos em: 0,030 m<sup>3</sup>, 1 m<sup>3</sup> e 5 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Todos os tratamentos receberam ração peletizada para trutas, com granulometria ajustada ao tamanho dos peixes. A taxa de arraçoamento variou, no decorrer de todo o período experimental, de 10% a 1% do peso vivo ao dia, decrescente com o aumento do tamanho dos animais, distribuída em 3 porções, diariamente, exceto nos dias da pesagem.

As pesagens da biomassa, a adequação da quantidade de ração e a contagem dos indivíduos em cada tanque foram efetuadas a intervalos de 15 dias, nos primeiros 3 meses e mensalmente no restante do cultivo. Em duas ocasiões (24 de dezembro de 1992 e 6 de abril de 1993) houve a necessidade de se realizar o desbaste de peixes, a fim de se restabelecer a uniformidade e a adequação da densidade de estocagem.

Para o cálculo da taxa de sobrevivência, não foram computados como mortos os animais que foram subtraídos propositadamente, como nos casos de coletas e de desbastes.

A partir de 15 de setembro de 1992, quando os animais haviam completado um ano de cultivo, foram amostrados, mensalmente, 4 indivíduos de cada tanque. Após sacrificados por imersão em solução de benzocaina (100 mg/L), deles foram obtidos, individualmente, o peso total em gramas e uma amostra de sangue por punção caudal, para a determinação da ploidia, feita pela medida do comprimento do eixo maior dos eritrócitos, realizada em extensões sangüíneas, a fresco (Benfey, Sutterlin e Thompson, 1984).

Para avaliar o crescimento em peso, por sexo, os valores de peso médio obtidos durante a fase II do cultivo foram agrupados, separadamente por sexo, dentro dos tratamentos de sexos mistos.

A partir de 12 de maio de 1993, quando se iniciou a temporada de reprodução, todos os tanques que continham fêmeas diplóides foram submetidos, semanalmente, à triagem das fêmeas maduras. Essas fêmeas foram anestesiadas, desovadas, marcadas por ablação da nadadeira adiposa e restituídas aos seus respectivos tanques.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições cada. Ao final das fases I e II do cultivo, foram realizadas análises de variância e testes de Tukey (P<0,05), para avaliar o crescimento em peso (Pimentel Gomes, 1973) e o teste do  $\chi^2$  para a análise estatística das taxas de sobrevivência.

A expressão matemática da curva de crescimento em peso para todo o período de cultivo, que relaciona o peso total médio dos indivíduos (Wt) com o tempo de cultivo (T), foi obtida pelo método dedutivo de Santos (1978), expressa por:  $W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(T + T_e)}]^{\alpha}$ , onde:  $W_{\infty}$  = peso máximo que em média os indivíduos podem atingir; e = base dos logaritmos neperianos; k = parâmetro relacionado com a velocidade de crescimento; T = tempo de cultivo;  $T_e$  = fator de correção do tempo de cultivo e  $\alpha$  = parâmetro relacionado com o tipo de crescimento.

Para avaliar o potencial de crescimento entre os diferentes tratamentos, foi aplicada análise de variância dos parâmetros  $W_{\infty}$ , k e  $\alpha$ , da expressão matemática da curva de crescimento em peso, e o teste de Tukey para a comparação entre as médias.

Os valores do peso médio agrupados separadamente por sexo, dentro dos tratamentos de sexos mistos, obtidos durante a fase II do cultivo, foram lançados em gráfico, sendo a expressão matemática que melhor se ajustou aos dados da relação entre o peso e o tempo de cultivo, expressa pela relação linear do tipo:  $W_t = a + b T$ , onde:  $W_t$  = peso total médio dos indivíduos; a = coeficiente linear da reta; b = coeficiente angular da reta e T = tempo de cultivo em dias.

Para o ajuste das curvas de crescimento em peso, para as regressões e para a comparação entre os coeficientes das retas foi utilizado o programa CAJUS 93.4 de Ajustamento de Curvas\*.

## Resultados

Nos grupos tratados com choque térmico, as taxas de triploidização obtidas pela medida do eixo principal dos eritrócitos, foram de 94,3 e 100% nos gru-

\* programa desenvolvido pelo Prof. Dr. Edson Pereira dos Santos - Instituto de Pesca - Santos - SP.

pos monossexos femininos e de sexos mistos, respectivamente. Em um total de 370 animais analisados provenientes dos grupos tratados, 10 eram diplóides, enquanto que, nos grupos não tratados, de 362 animais analisados, todos foram diplóides.

Nas Tabelas 1 e 2 estão dispostos, respectiva-

mente, os pesos médios obtidos pela biomassa, no decorrer de todo o período experimental e o resultado do teste de Tukey, para a comparação entre os pesos médios nos diferentes tratamentos, ao final das fases I e II do cultivo.

Na Tabela 3, estão relacionadas as expressões

**Tabela 1.** Pesos médios, em grama, obtidos pela biomassa de lotes monossexos femininos e de lotes de sexos mistos de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, diplóides e triplóides, durante todo o período de cultivo

	data da pesagem	2n fêmeas		2n mistos		3n fêmeas		3n mistos	
		W <sub>t</sub>	N	W <sub>t</sub>	N	W <sub>t</sub>	N	W <sub>t</sub>	N
<b>F</b>	01/10/91	0,17	690	0,21	690	0,17	690	0,18	690
	14/10/91	0,33	678	0,41	678	0,30	680	0,33	677
	26/10/91	0,54	671	0,71	673	0,50	671	0,55	663
	15/11/91	1,04	667	1,29	666	0,96	653	1,05	648
	28/11/91	1,44	663	1,78	662	1,35	638	1,48	639
	16/12/91	2,15	655	2,45	648	2,08	613	2,26	635
	15/01/92	5,56	629	6,50	578	5,45	562	5,78	599
	12/02/92	11,80	607	13,42	574	11,60	540	11,89	585
	13/03/92	23,42	602	26,33	574	22,96	535	22,29	583
	11/04/92	41,31	597	46,39	571	40,77	516	39,15	564
<b>I</b>	07/05/92	66,00	595	74,47	567	64,80	509	62,69	556
	04/06/92	94,05	594	106,21	566	91,06	508	89,36	550
	10/07/92	137,60	591	152,54	565	128,59	506	128,63	547
	14/08/92	201,67	504	220,12	559	190,97	504	184,70	541
	15/09/92	255,38	500	279,74	547	241,54	503	242,17	523
<b>F</b>	16/10/92	291,68	482	318,48	535	283,49	460	274,80	502
	16/11/92	349,53	470	376,58	523	344,82	447	336,98	482
	14/12/92	418,83	457	447,85	511	416,52	433	405,58	470
	12/01/93	469,30	374	472,37	430	456,42	403	446,58	431
	09/02/93	532,48	362	553,00	418	515,80	386	507,02	418
	12/03/93	713,52	346	710,87	390	642,62	373	640,48	406
	06/04/93	924,13	208	918,57	210	850,48	210	861,43	210
	12/05/93	1181,65	196	1179,09	199	1055,52	197	1106,57	198
	18/06/93	1198,08	181	1150,68	183	1148,31	183	1185,48	186
	19/07/93	1162,88	167	1081,29	163	1273,88	170	1243,07	172
<b>II</b>	20/08/93	1150,66	153	1097,82	130	1331,52	155	1262,07	152
	21/09/93	1231,83	141	1193,31	110	1467,13	141	1387,22	136
	19/10/93	1303,07	125	1258,31	95	1609,77	125	1464,81	124
	24/11/93	1331,62	112	1307,71	78	1722,92	112	1572,60	111

N= total de indivíduos das três repetições

**Tabela 2.** Pesos médios, em grama, de grupos monossexos femininos e de sexos mistos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), diplóides e triplóides, obtidos pela biomassa ao final das fases I e II de cultivo e o resultado do teste de Tukey

Tratamento	Fase I			Fase II		
	N	Peso médio		N	peso médio	
2n mistos	547	279,74	a	78	1307,71	a
2n fêmeas	500	255,38	ab	112	1331,62	a
3n mistos	523	242,17	b	111	1572,60	b
3n fêmeas	503	241,54	b	112	1722,92	b

N = total de indivíduos das três repetições

a e b = letras iguais representam igualdade estatística entre as médias (P<0,05)

**Tabela 3.** Expressões matemáticas das curvas teóricas de crescimento em peso total de lotes monosexos femininos e de sexos mistos de truta arco-iris, (*Oncorhynchus mykiss*) diplóides e triplóides

tratamentos	expressões matemáticas	r
2n mistos	$W_t = 1783,94 [ 1 - e^{-0,0043(T + 384,64)} ]^{42,81}$	0,95
2n fêmeas	$W_t = 1911,62 [ 1 - e^{-0,0042(T + 472,43)} ]^{64,81}$	0,99
3n mistos	$W_t = 2883,95 [ 1 - e^{-0,0032(T + 214,22)} ]^{14,20}$	0,94
3n fêmeas	$W_t = 3368,10 [ 1 - e^{-0,0031(T + 207,92)} ]^{13,80}$	0,94

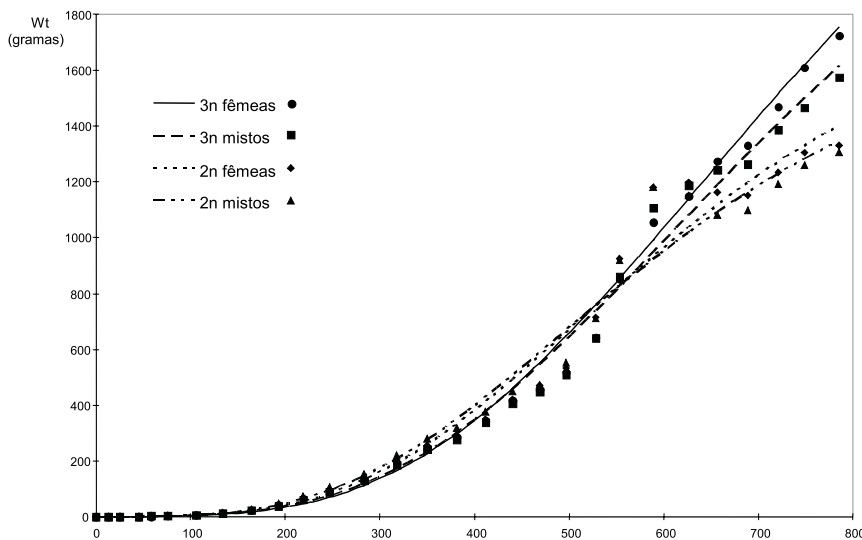
matemáticas das curvas teóricas de crescimento em peso total ( $W_t$ ) no tempo de cultivo (T), obtidas pelo método dedutivo e os coeficientes de correlação (r). Na Figura 1 estão representadas as curvas ajustadas e seus respectivos pontos empíricos do peso total em função do tempo de cultivo (fases I e II) para todos os tratamentos.

Na Figura 1, pode-se constatar que, ao final do período de cultivo, os valores empíricos do peso total médio dos grupos triplóides foram superiores aos dos grupos diplóides, sendo que, dentro da mesma ploidia, os lotes 100% femininos apresentaram pesos superiores aos dos lotes de sexos mistos.

Com relação aos parâmetros da equação da curva de crescimento em peso total no tempo de cultivo (Tabela 3), o teste de Tukey revelou que os trata-

mentos não diferiram significativamente entre si, no parâmetro  $\alpha$ , mostrando que os tratamentos apresentaram similaridade quanto ao tipo de crescimento. Quanto aos parâmetros  $W_\infty$  e k, os tratamentos diferiram significativamente entre os grupos diplóides e triplóides, sendo que, dentro da mesma ploidia, foram iguais estatisticamente, conforme representado a seguir, onde os tratamentos unidos pelas barras apresentam igualdade estatística.

Na Tabela 4 estão apresentados os pesos médios, separadamente por sexo, obtidos pela amostragem durante a fase II do cultivo. Como os pesos médios das fêmeas dos lotes de sexos mistos foram estatisticamente iguais aos das fêmeas dos lotes monosexos femininos, dentro da mesma ploidia, seus pesos foram agrupados, constituindo-se 4 grupos sexuais: fêmeas diplóides, fê-



**Figura 1.** Curvas de crescimento em peso total ( $W_t$ ), em grama, por tempo de cultivo, em dias e seus respectivos pontos empíricos, de lotes monosexos femininos e de sexos mistos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) diplóides e triplóides

Parâmetros	2n mistos	2n fêmeas	3n mistos	3n fêmeas
$W_\infty$	_____		_____	
k	_____		_____	
$\alpha$	_____			

meas triplóides, machos diplóides e machos triplóides.

Na Tabela 5 e na Figura 2 estão apresentados, respectivamente, as expressões matemáticas com seus coeficientes de correlação (r) e o gráfico com

os ajustes das relações lineares para o peso total médio ( $W_t$ ), obtido separadamente por sexo e o tempo de cultivo (T).

A análise comparativa entre as retas revelou que

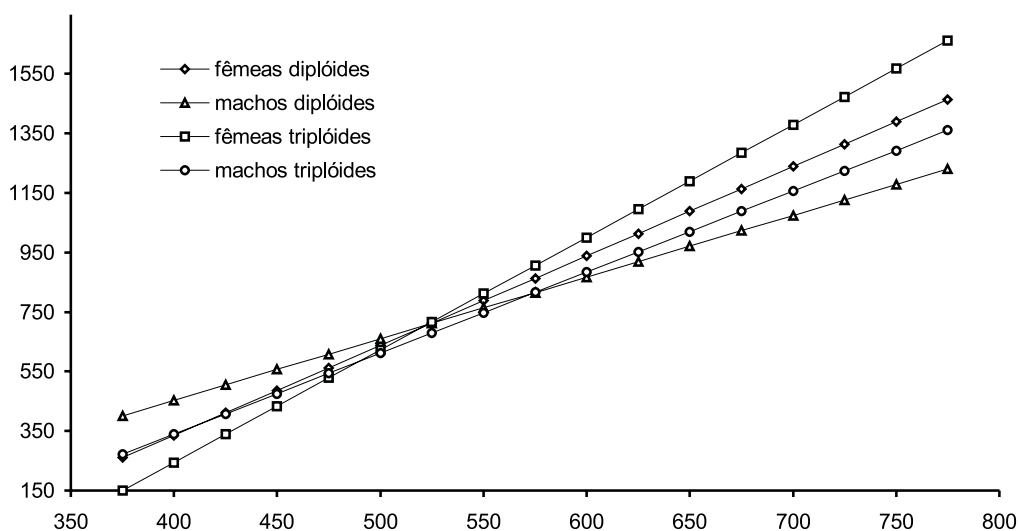
**Tabela 4.** Pesos médios, em gramas, dos grupos sexuais de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, diplóides e triplóides, obtidos pela amostragem durante a fase II do cultivo

data da Pesagem	dias de cultivo	fêmeas diplóides		machos diplóides		fêmeas triplóides		machos triplóides	
		$W_t$	N	$W_t$	N	$W_t$	N	$W_t$	N
19/10/92	384	317,63	19	281,75	5	301,71	17	292,75	7
23/11/92	419	393,81	22	408,00	2	367,90	22	337,00	2
15/12/92	441	409,13	14	499,89	9	370,92	14	359,00	10
13/01/93	470	474,21	14	503,86	10	452,42	17	441,83	7
15/02/93	503	543,11	21	631,75	3	489,79	18	465,28	6
15/03/93	531	752,61	19	736,00	5	688,75	17	711,58	7
22/04/93	569	968,88	17	1089,89	7	863,04	17	1010,00	6
31/05/93	608	1204,79	18	1245,33	6	1041,83	18	1161,83	6
29/06/93	637	1142,13	18	1178,00	6	1268,88	18	1121,17	6
20/07/93	658	947,92	18	985,00	6	1233,33	18	1313,33	6
25/08/93	694	1105,29	18	940,67	6	1357,25	18	963,33	6
29/09/93	729	1330,71	18	996,00	6	1459,79	18	1118,50	6
26/10/93	756	1365,17	18	1006,67	6	1555,33	18	1217,50	6
22/11/93	783	1518,49	17	1191,00	6	1736,42	18	1268,17	6

N = número de peixes amostrados

**Tabela 5.** Expressões matemáticas das relações lineares para o peso total médio ( $W_t$ ) e o tempo de cultivo (T), dos grupos sexuais de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) diplóides e triplóides

grupos sexuais	expressões matemáticas	r
fêmeas diplóides	$W_t = -867,539 + 3,009 T$	0,97
machos diplóides	$W_t = -376,501 + 2,073 T$	0,85
fêmeas triplóides	$W_t = -1267,440 + 3,780 T$	0,99
machos triplóides	$W_t = -749,861 + 2,723 T$	0,92



**Figura 2.** Ajuste da expressão matemática da relação linear entre o peso total médio, em grama ( $W_t$ ) e o tempo de cultivo em dias para machos e fêmeas de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) diplóides e triplóides

machos diplóides      machos triplóides      fêmeas diplóides      fêmeas triplóides

---

as fêmeas triplóides diferiram significativamente dos demais grupos, por apresentarem a maior inclinação, seguidas pelas fêmeas diplóides, que não diferiram estatisticamente dos machos triplóides, que, por sua vez, não diferiram dos machos diplóides, que apresentaram a menor inclinação. Estes, entretanto, diferiram significativamente das fêmeas diplóides, conforme representado acima, onde os grupos sexuais unidos pelas barras apresentam igualdade estatística.

O número de indivíduos estocados no início das fases I e II do cultivo, o total acumulado de peixes mortos em cada fase e as respectivas taxas de sobrevivência estão expostos na Tabela 6.

Os resultados do teste de  $\chi^2$  para a comparação das freqüências de indivíduos vivos entre os diferentes tratamentos e combinações estão dispostos na

Tabela 7.

Na fase I do cultivo, dentre os grupos diplóides e dentre os grupos triplóides, não houve interferência do sexo na mortalidade, ou seja, os lotes 100% femininos não diferiram significativamente dos lotes de sexos mistos em ambas as ploidias.

Na fase II do cultivo, as taxas de mortalidade dos grupos diplóides foram superiores às dos grupos triplóides, diferindo significativamente ao nível de 1%. Nesta fase do cultivo, a mortalidade foi mais intensa nos lotes de sexos mistos, sobretudo nos diplóides, diferindo estatisticamente dos demais. A alta taxa de mortalidade observada nos grupos diplóides de sexos mistos foi devida à grande mortalidade apresentada pelos machos, uma vez que, ao final do período de cultivo, o número de machos correspondeu a 62,50%

**Tabela 6.** Taxas de sobrevivência durante o período de crescimento de grupos monosexos femininos e de sexos mistos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), triplóides e de seus respectivos controles

tratamentos	Fase I			fase II			taxa de sobrevivência global
	N	total de mortos	taxa de sobrevivência	N	total de mortos	taxa de sobrevivência	
2n fêmeas	690	56	91,88%	590	10	98,31%	90,43%
2n mistos	690	60	91,30%	547	62	88,67%	82,32%
3n fêmeas	690	114	83,48%	503	16	96,82%	81,16%
3n mistos	690	105	84,78%	523	26	95,03%	81,01%

N = total de indivíduos das três repetições estocados no início de cada fase de cultivo

**Tabela 7.** Teste do  $\chi^2$  para a comparação da sobrevivência entre grupos monosexos femininos e de sexos mistos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) triplóides e diplóides, durante o período de crescimento

genótipo	fase I		fase II		global	
2n x 3n fêmeas x mistos	36,04	***	8,25	**	14,17	***
2n fêmeas x 2n mistos	0,08	NS	36,71	***	8,64	**
2n fêmeas x 3n fêmeas	0,15	NS	41,92	***	19,31	***
2n fêmeas x 3n mistos	22,57	***	1,42	NS	24,36	***
2n mistos x 3n fêmeas	16,88	***	7,53	**	25,02	***
2n mistos x 3n mistos	19,18	***	28,05	***	0,31	NS
3n fêmeas x 3n mistos	13,94	***	15,63	***	0,39	NS
	0,44	NS	2,53	NS	0,01	NS

\*\*\* - Significativo ao nível de 0,1% (P<0,001)

\*\* - Significativo ao nível de 1% (P<0,01)

NS - Não significativo ao nível de 5% (P<0,05)

do número das fêmeas, enquanto que, nos grupos triploides de sexos mistos, a taxa de sobrevivência dos machos foi de 88,13% em relação à das fêmeas.

A mortalidade acumulada durante todo o período de crescimento (fases I e II do cultivo) revelou que o tratamento 2n fêmeas foi o que apresentou maior número de sobreviventes, diferindo significativamente dos demais, que foram, por outro lado, estatisticamente iguais entre si.

## Discussão

As taxas de sobrevivência obtidas no presente estudo, enquadram-se dentro do perfil de mortalidade relatado na literatura de indução à triploidia por choque térmico em truta arco-íris (Thorgaard *et al.*, 1982, Lincoln e Scott, 1983, Happe, Quillet e Chevassus, 1988, Guo, Hershberger e Myers, 1990). Tipicamente ocorre uma maior taxa de mortalidade nos triploides do que nos controles diplóides durante os primeiros meses de vida, enquanto que nas fases posteriores do desenvolvimento ocorre uma inversão deste perfil.

Solar, Donaldson e Hunter (1984) atribuíram essa redução da sobrevivência ao grau de endogamia, resultante da retenção do segundo corpúsculo polar e/ou ao estresse provocado pela intensidade do tratamento (temperatura e duração do choque).

Apesar de os grupos triploides apresentarem mortalidade superior à dos grupos diplóides durante as primeiras fases do desenvolvimento, a maior sobrevivência obtida após completarem o primeiro ano de vida compensaria as perdas iniciais, devido ao pequeno tamanho inicial dos animais (Guo, Hershberger e Myers, 1990).

Neste experimento, os pesos médios obtidos para os grupos diplóides mostram que o lote de sexos mistos e o lote 100% feminino foram estatisticamente iguais entre si ao final da fase I do cultivo, o que poderia questionar a utilização dos grupos monossexos femininos na produção da truta “porção”. Contudo, o fato de a disponibilidade de alevinos ocorrer em apenas um determinado período do ano, em razão de a reprodução ser sazonal, implica na necessidade de se controlar o crescimento dos animais, para que sejam produzidos peixes do mesmo tamanho, durante o ano todo. Desse modo, em uma criação comercial, em que o escalonamento de produção é empregado, a comercialização do pescado ocorrerá, sobretudo, no decorrer do segundo ano de cultivo. Nesse caso, os machos de maturação precoce compro-

metem o desempenho do lote, pois, à medida que amadurecem sexualmente, o crescimento e a aparência ficam prejudicados.

Bunge e Cussac (1993) comentam que até 40% dos machos podem completar a maturidade sexual no primeiro ano de cultivo, causando uma depreciação de 20% no crescimento no tamanho “porção” e, mais ainda, em peixes de maior tamanho.

Neste estudo, foram poucos os machos que apresentaram maturação sexual ao final do primeiro ano, o que pode ter sido a causa provável do bom desempenho do lote de sexos mistos.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que a triploidização não deve ser utilizada nos casos em que a produção comercial esteja direcionada para a truta “porção”. Nesse caso, dentre os diplóides, o uso de lotes monossexos femininos seria o mais recomendado.

Os efeitos negativos da triploidia sobre o crescimento e a sobrevivência, observados durante a fase I do cultivo, foram superados pelo maior ganho de peso e maior sobrevivência, obtidos nos estágios posteriores do desenvolvimento. Entretanto, essa superioridade em peso dos triploides somente passou a ocorrer a partir de julho do segundo ano, quando os animais diplóides estavam em reprodução. Essa constatação corrobora os resultados descritos por Kobayashi (1992), mostrando que na truta arco-íris os benefícios da triploidização somente são adquiridos após a primeira maturação sexual.

Assim sendo, ao se adotar a triploidização como uma técnica para aumentar a produção, o peso de comercialização da truta arco-íris não deverá ser inferior ao peso médio apresentado em idade de primeira maturação sexual, que, no presente caso, correspondeu a aproximadamente 1250 gramas.

Embora os machos tenham apresentado peso médio inferior ao das fêmeas, ao final da fase II do cultivo, tanto nos grupos diplóides, quanto nos grupos triploides, não chegaram a influenciar o peso médio dos tratamentos, sendo os grupos 100% fêmeas e mistos iguais entre si, em ambas as ploidias. Contudo, deve-se observar que a proporção entre os sexos foi desigual, tanto nos diplóides quanto nos triploides, com redução no número de machos, decorrente da maior mortalidade, sobretudo no grupo diplóide.

Quando separados por sexo, a superioridade das fêmeas em peso médio torna-se mais evidente, conforme é demonstrado pela comparação das retas obtidas para sexos agrupados.



As fêmeas de truta arco-íris, imediatamente após a 1ª desova, iniciam o 2º ciclo de maturação (Paiva, 1981; Alexandrino *et al.*, 1987) e, desse modo, a energia disponível para o crescimento somático é direcionada para o desenvolvimento das gônadas, enquanto que as fêmeas triploides continuam a crescer durante o período de reprodução.

Portanto, estas diferenças no peso médio, entre fêmeas de truta arco-íris diplóides e triploides tendem a aumentar à medida que o cultivo se prolonga. Kobayashi (1992), comparando o desempenho entre trutas arco-íris diplóides e triploides por um período prolongado, observou que, aos 59 meses de idade, as fêmeas triploides apresentaram o peso médio de 6,60 Kg, sendo 2 kg acima do peso das diplóides, enquanto que, entre os machos, essa diferença não foi tão evidente, mesmo após a primeira maturação.

Os animais triploides foram semelhantes, externamente, aos diplóides, durante os estágios iniciais do desenvolvimento até quando se tornaram sexualmente maduros. As fêmeas diplóides, após a maturação, apresentaram coloração mais escura e prolapso na papila genital, enquanto que as triploides mantiveram a coloração prateada e a papila genital típica dos animais jovens, mesmo durante a época da reprodução.

Os machos triploides foram semelhantes aos diplóides, exibindo as características sexuais secundárias de machos maduros, como a projeção da mandíbula em forma de gancho e a coloração mais escura no dorso. Logo após o período reprodutivo, observou-se nos machos diplóides uma maior incidência de lesões cutâneas, geralmente contaminadas por fungo (saprolegniose).

Os resultados obtidos no presente estudo desaconselham o emprego de lotes de sexos mistos na produção de triploides e indicam a obtenção de lotes monosexos femininos estéreis, pela associação das técnicas de reversão sexual e de triploidização, nos cultivos direcionados para a produção de trutas de grande porte.

## Agradecimentos

Ao Dr. Edson Pereira dos Santos do Instituto de Pesca – SP, pela orientação na análise estatística, e aos Auxiliares de Pesquisa Científica e Tecnológica da Estação Experimental de Salmonicultura “Dr. Ascânio de Faria”: Miguel dos Santos, Luiz Roberto da Silva e Antonio Donizeti da Silva, pela manutenção dos animais.

## Referências Bibliográficas

- AKSNES, A.; GJERDE, B.; ROALD, S.O. 1986 Biological, chemical and organoleptic changes during maturation of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 53: 7-20.
- ALEXANDRINO, A.C.; PINHEIRO, E.F.G.; TABATA, Y.A.; CARVALHO, M.H. 1987 Ciclo reprodutivo de *Salmo irideus* Gibbons (Pisces, Salmoniformes) mantidos em sistema de cultivo intensivo: caracterização microscópica dos ovários. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 24 (2):157-68.
- BENFEY, T.J.; SOLAR, I.I.; JONG, G.; DONALDSON, E.M. 1986 Flow-cytometric confirmation of aneuploidy in sperm from triploid rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115: 838-40.
- BENFEY, T.J.; SUTERLIN, A.M.; THOMPSON, R.J. 1984 Use of erythrocyte measurements to identify triploid salmonids. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 41:980-4.
- BUNGE, M.M. & CUSSAC, V.E. 1993 Manipulaciones geneticas en el cultivo de trucha arco-íris. Posibilidades de aplicacion. *Boletin Red Acuicultura*, 7(2):5-11.
- BYE, V.J. & LINCOLN, R.F. 1986 Commercial methods for the control of sexual maturation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture*, 57:299-309.
- DONALDSON, E.M. & HUNTER, G.A. 1982 Sex control in fish with particular reference to salmonids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39:99-110.
- DUNHAM, R.A. 1990 Production and use of monosex or sterile fishes in aquaculture. *Rev. Aquat. Sci.*, 2(1):1-17.
- GUO, X.; HERSHBERGER, W.K.; MYERS, J.M. 1990 Growth and survival of intrastrain and interstrain rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) triploids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 21(4):250-6.
- HAPPE, A.; QUILLET, E.; CHEVASSUS, B. 1988 Early life history of triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Aquaculture*, 71:107-18.
- HUNTER, G.A.; DONALDSON, E.M.; STOSS, J.; BAKER, I. 1983 Production of monosex female groups of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) by the fertilization of normal ova with sperm from sex-reversed

- female. *Aquaculture*, 33:355-64.
- IHSSEN, P.E.; MCKAY, L.R.; McMILLAN, I.; PHILLIPS, R.B. 1990 Ploidy manipulation and gynogenesis in fishes: cytogenetic and fisheries applications. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119:698-717.
- JOHNSTONE, R.; SIMPSON, T.H.; YOUNGSON, A.F. 1978 Sex reversal in salmonid culture. *Aquaculture*, 13:115-34.
- KOBAYASHI, T. 1992 Growth, survival and reproductive cycle of induced triploid rainbow trout under the communal rearing condition with diploid for long period. *Suisanzoshoku*, v.40:57-70.
- LINCOLN, R.F. & SCOTT, A.P. 1983 Production of all-female triploid rainbow trout. *Aquaculture*, 30:375-80.
- LINCOLN, R.F. & SCOTT, A.P. 1984 Sexual maturation in triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.*, 25:385-92.
- PAIVA, P. 1981 *Ciclo reprodutivo e crescimento de truta arco-íris, Salmo irideus* Gibbons (*Osteichthyes, Salmoniformes, Salmonidae*) em cultivo intensivo. São Carlos, 109 p. Dissertação (mestrado) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos.
- PIFERRER, F. & DONALDSON, E.M. 1988 Progress in the development of sex control techniques for the culture of Pacific salmon. In: AQUACULTURE INTERNATIONAL CONGRESS & EXPOSITION, Vancouver, 1988. Proceedings. Vancouver, p.316-26.
- PIFERRER, F. & DONALDSON, E.M. 1989 Gonadal differentiation in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, after a single treatment with androgen or estrogen at different stages during ontogenesis. *Aquaculture*, 77:251-63.
- PIMENTEL GOMES, F. 1973 *Estatística Experimental* 5ª ed., Piracicaba, Nobel, 384p.
- SANTOS, E.P. 1973 *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo, HUCITEC, Ed. Da Universidade de São Paulo, 129 p.
- SOLAR, I.I.; DONALDSON, E.M.; HUNTER, G.A. 1984 Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) by heat shock, and investigation of early growth. *Aquaculture*, 842:57-67.
- TABATA, Y.A. & RIGOLINO, M.G. 1990 Masculinização de fêmeas genótípicas de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, com 17 $\alpha$ -metiltestosterona. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 3., São Paulo, 1990. *Arquivos do Instituto Biológico*, 57:46.
- THORGAARD, G.H.; RABINOVITCH, P.S.; SHEN, M.W.; GALL, G.A.E.; PROPP, J.; UTTER, F.M. 1982 Triploid rainbow trout identified by flow cytometry. *Aquaculture*, 29:305-9.