

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO EM ALEVINAGEM DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887)

Claudio Luiz BOCK¹, Hudson Luiz MARIOTTO² & Carlos Roberto PADOVANI³

¹Centro de Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais – CEPTA/IBAMA

²Polo de Informática da Administração Geral – UNESP – Botucatu – SP

³Departamento de Bioestatística – UNESP – Botucatu – SP

RESUMO

A rentabilidade da piscigranja não depende somente da escolha dos métodos de manejo; mas, também, do uso mais eficiente dos recursos, o que requer planejamento avançado da produção. O plano designa o peso esperado dos peixes na estocagem e coleta, a procedência, a produção desejada, os requerimentos para produção (alimento suplementar, fertilizantes químicos e orgânicos) e um cronograma de atividades para cada viveiro. Fornece, ainda, estimativas do custo e do lucro, com maior precisão possível. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um programa computacional para auxiliar no planejamento da produção de alevinos de pacu, sendo utilizada a linguagem Visual Basic 5.0, em idioma português, no qual foram desenvolvidos cálculos matemáticos referentes à estimação da produção e dos custos.

Palavras-chave: Peixe; Piscicultura; Produção; Planejamento; Alevino.

ABSTRACT

PROGRAM COMPUTATION FOR THE PLANNING OF PACU'S FINGERLINGS
(*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887)

The fish farm's profitability depends not only of the choice on the handling methods, but also on the most efficient use from the resources, which demands an advanced production planning. The production plan should designate the fish's expected weight during stocking and harvest, it's origin, the expected production, the requirements for production (supplemental feed, chemical and organic fertilizers) and, finally, an chronogram of activity for each pond. It should, also gives the most accurate estimation of cost and profits. This work aimed to develop a computation program to assist the planning of pacu's fingerlings production (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). The Visual Basic 5.0, in Portuguese (Brazil), was the language used in this program. Mathematical calculations concerning the stimation of production and costs estimation were developed.

Key words: Fish; Fish farm; Production; Planning; Fingerling.

INTRODUÇÃO

Em piscicultura, altas produções podem ser obtidas através da aplicação de um adequado manejo, baseado no conhecimento dos processos biológicos no viveiro, na existência de uma infra-estrutura técnica e organizacional da piscigranja, disponibilidade de alevinos de boa qualidade e implementação de programas de extensão e treinamento, além de um eficaz sistema de comercialização.

Existem grandes variações no tamanho da piscigranja e no método de manejo. Estas ocorrem em função da economia local e de outros fatores, como: custo de investimento; o custo e a disponibilidade de mão-de-obra, água e terra; preço do peixe e a extensão dos serviços de apoio estrutural. Onde esses custos são altos, a tendência é a intensificação a fim de alcançar produção máxima por unidade de área; mas, onde são baratos e a alimentação escassa, a tendência é aumentar a área inundada e, utilizar dietas de baixo custo.

Os serviços de apoio infra-estrutural, fornecimento de água e drenagem, oferta de alevinos, extensão, assistência ao produtor e sistema de comercialização são essenciais para o desenvolvimento da piscicultura comercial. Estes fatores devem ser levados em consideração, pois a falta de qualquer um deles pode ocasionar o fracasso de um sistema de produção em piscicultura.

A rentabilidade da piscigranja não depende somente da escolha dos métodos de manejo; mas, também, do uso mais eficiente dos recursos, o que requer planejamento da produção. Um plano deve designar o peso esperado dos peixes na estocagem e coleta, a procedência, a produção desejada, os requerimentos para produção (alimento suplementar, fertilizantes químicos e orgânicos) e um cronograma de atividades para cada viveiro. Também deve prover uma estimativa dos lucros com uma tentativa de otimização destes.

Considerando-se que o plano de produção é determinado por um conjunto de condições, como a quantidade de peixes que pode ser produzida ou comercializada, a produtividade do viveiro, além de outros fatores, o contorno do plano de produção anual permanece razoavelmente constante, alterando-se conforme as mudanças das exigências do consumidor, disponibilidade dos insumos e introdução de novos métodos de produção (Hepher & Pruginin, 1981).

Definido o plano de produção, é possível elaborar um modelo de simulação para tal situação, estimando-se vários fatores, inclusive custos e

lucro. Um modelo reprodutivo que reuna os principais itens do sistema global, com possibilidade de simular tecnologia, realizar experimentos na área econômica e conhecer os processos produtivos a um custo baixo, pode permitir comparações dos retornos físicos e econômicos de cada alternativa.

A definição quantitativa dos objetivos selecionados é fundamental para melhorar o desempenho econômico. Diferentes sistemas, incluindo-se os de mercado, podem mudar a distribuição do custo entre os segmentos do ciclo de vida ou alterar os valores relativos da produção (Tess, 1986).

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um programa computacional, contendo informações para auxiliar no planejamento da produção de alevinos de pacu, oferecendo: requisitos para implantação da atividade, subsídio para seleção de reprodutores, descrição de tecnologia e de manejo, lista de materiais utilizados, número estimado de alevinos produzidos, cálculos para as estimativas de custos e lucro.

MATERIAL E MÉTODOS

Plano metodológico

O presente trabalho foi baseado no acervo bibliográfico das realizações da piscicultura brasileira com pacu, *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887. Foram utilizadas para a construção do algoritmo computacional informações já comprovadas para o setor produtivo, desenvolvidas por Universidades, Centros de Pesquisa e estudos direcionados especificamente a esta área de produção.

Etapas no desenvolvimento do modelo de cálculos computacionais

Os sistemas agrícolas tem sido caracterizados pela tentativa do controle de sistemas biológicos em um ambiente de incerteza, com objetivos predominantemente econômicos em sua natureza. O modelo de cálculo teve basicamente duas fases: a modelagem e a experimentação, embora, nem sempre fosse possível a incorporação da experimentação. A falta de dados experimentais e o fato de que muitas vantagens da simulação se referiram à fase de modelagem, refletiram esse quadro. Uma metodologia geral para o processo de simulação (Wright citado por Tatizana, 1995) é apresentada na Fig. 1.

O modelo iniciou-se pela especificação da porção do universo real que foi estudado, identificando-se os pontos principais do sistema e suas inter-relações num nível esquemático ou qualitativo. Definiram-se, neste momento, os principais itens de um sistema de reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes, que influenciaram no desempenho econômico do sistema e foram passíveis de caracterização no modelo. Definido o sistema,

o próximo passo foi o estudo e caracterização de cada item identificado no modelo adotado, procurando estabelecer-se regras e relações de causa e efeito para as diversas variáveis, como sobrevivência, densidade de estocagem, período de desova, tempo de incubação e preparo de viveiro, entre outras, visando à compreensão de sua importância e comportamento ao longo do tempo.



Fig.1 - Representação diagramática de simulação

Caracterizados os itens do sistema, a formulação inicial do modelo foi realizada, agrupando as informações obtidas no seu estudo. Definido o sistema inicial, realizou-se a coleta de dados na literatura, visando à quantificação das relações estabelecidas anteriormente. A não existência de dados adequados obrigou a reformulação de partes do modelo, assim como a um reestudo do sistema. Uma característica do modelo de simulação foi a revisão constante de fases anteriores, de acordo com o andamento da coleta dos dados, médias de eficiência, sobrevivência, fórmulas de cálculo de biomassa de reprodutores, quantidade de hipófises, número de óvulos, custos e retorno das alternativas de manejo utilizadas, entre outras variáveis. Nesta fase, de especificação detalhada do modelo, foi indispensável a participação de especialistas da área em estudo para que o comportamento de uma variável no modelo se aproximasse de seu comportamento na situação real. Equações matemáticas, médias históricas ou de experimentos, ou mesmo valores empíricos, baseados na experiência dos especialistas, foram considerados para a determinação da melhor forma de descrição de cada parte do sistema. Definido o comportamento de cada variável e suas inter-relações, o modelo foi delineado.

O passo seguinte foi a construção do programa computacional com base no modelo anteriormente definido. Construído o programa, duas etapas foram utilizadas na avaliação: a validação e a experimentação (Tatizana, 1995). Na validação, processo conduzido por especialistas da área verificou-se, de forma objetiva, a consistência dos dados gerados pelo modelo. O processo de experimentação pôde ser realizado porque foi possível uma avaliação prática, ocasião em que os dados simulados foram confrontados com os obtidos em experimento planejado.

Modelo

O modelo foi composto de uma série de processos de determinação feitos pelo sistema, referente à quantidade de insumos (calcário, adubo orgânico e inorgânico e ração), produção de alevinos, custo de produção e receita obtida. Os processos foram simulados em função da espécie utilizada e do período de utilização dos viveiros, sendo que a globalização dos períodos (ciclos de produção de alevinos) concluiu o sistema. Para a espécie envolvida foram calculados a biomassa de reprodutores, o peso de hipófise, o número de óvulos, o número de incubadoras, a quantidade de calcário e as necessidades de adubos, orgânico e inorgânico. A dosagem de extrato bruto de hipófise para machos e fêmeas (mg/kg de reprodutor), intervalo entre doses (h), tempo de ovulação (hora grau), taxa de resposta positiva (%), número de óvulos/kg de fêmea, a quantidade de sêmen (ml/kg de macho); as taxas de fecundação (%), a de eclosão (%), a sobrevivência de larva à pós-larva (%), e sobrevivência de pós-larva à alevino (%), relação de biomassa fêmea/macho

e taxa de erro da utilização de tecnologia foram os indicadores definidos por espécie utilizada e tomados como variáveis de decisão. No presente trabalho, conforme objetivo proposto, a espécie utilizada foi o pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887).

Custos variáveis

Para a avaliação das despesas envolvidas no sistema foram necessários o uso de indicadores relativos aos custos dos materiais, insumos e mão-de-obra. Quanto aos materiais e insumos necessários para um trabalho de reprodução, larvicultura e alevinagem, utilizou-se as indicações de Woynarovich & Horváth (1983).

A mão-de-obra pôde ser dividida em especializada e não-especializada, e, ainda, subdividida em permanente e temporária. A especializada, diz respeito a um técnico, nível superior, que fornece orientação periódica e/ou realiza os trabalhos de reprodução, extrusão, fecundação e incubação, ou mesmo a um técnico de nível médio, especializado, que realiza, coordena e orienta os trabalhos, permanentemente. A mão-de-obra não-especializada, foi utilizada em serviços diversos como: captura, alimentação, preparo de viveiros e acondicionamento de espécimes para transporte. Considerando-se a necessidade de um ou dois funcionários permanentes, além de outros, temporários, em época de despesa.

Informações de cálculos

A estimativa do peso necessário de hipófises para a produção de pós-larvas e/ou alevinos de pacu foi calculada segundo metodologia de Alcântara & Bernardino (1988), com as devidas adequações ao interesse desta pesquisa, assim como o desenvolvimento das fórmulas foi elaborado, conforme os tópicos especificados na seqüência:

Abreviações

- a_A = número de alimentações diária
- A_A = área de viveiros para alevinagem (m^2)
- A_B = arrecadação bruta (R\$)
- A_L = arrecadação líquida (R\$)
- A_R = área total de viveiros de reprodutores (m^2)
- A_{RA} = área de viveiros para reprodutores ativos (m^2)
- A_{RS} = área de viveiros para reprodutores de substituição (m^2)
- A_T = área total do projeto (m^2)
- B_A = biomassa de alevinos (kg)
- B_{at} = biomassa total de reprodutores ativos (kg)
- B_f = biomassa de reprodutores fêmeas ativas (kg)
- B_m = biomassa de reprodutores machos ativos (kg)

- B_P = biomassa de pós-larvas (kg)
 B_R = biomassa total de reprodutores (kg)
 B_S = biomassa de reprodutores de substituição (kg)
 C = taxa de erro de tecnologia
 C_{Mat} = custo dos materiais utilizados (R\$)
 C_{Mo} = custo da mão-de-obra necessária (R\$)
 C_{pA} = custo operacional total de produção de alevinos (R\$)
 C_{pP} = custo operacional total de produção de pós-larva (R\$)
 C_{upA} = custo operacional unitário de produção de alevino (R\$)
 C_{upP} = custo operacional unitário de produção de pós-larva (R\$)
 d_f = dosagem total de extrato bruto de hipófise para fêmeas (mg/kg)
 d_m = dosagem total de extrato bruto de hipófise para machos (mg/kg)
 D_p = densidade de estocagem para pós-larvas (pós-larvas/m²)
 D_R = densidade de estocagem para reprodutores (g/m²)
 E = taxa de eclosão
 E_{tA} = quantidade de embalagem para o transporte de alevinos
 $\$E$ = valor da embalagem (R\$)
 F = taxa de fecundação
 K = constante para espécie da relação B_m/B_f
 M_s = idade de maturação sexual dos reprodutores (ano)
 n_A = número de readubações para viveiros de alevinagem
 N_A = número estimado de alevinos
 N_{eA} = número médio de alevinos por embalagem
 N_f = número de fêmeas ativas disponíveis
 n_i = número de fertilizações inorgânicas por ciclo de produção de alevinos
 N_i = número de incubadoras
 N_i = número de ovos/litro d'água
 N_m = número de machos ativos disponíveis
 n_o = número de óvulos/kg de peso de fêmeas
 N_O = número de óvulos para produzir o número estimado de alevinos
 N_{Ov} = número de ovos
 N_p = número de pós-larvas
 n_R = número de readubações para viveiros de reprodutores
 N_s = número de fêmeas disponíveis
 P_{AF1} = peso do alevino amostrado com aproximadamente 15 dias de viveiro (g)
 P_{AF2} = peso do alevino amostrado com aproximadamente 22 dias de viveiro (g)
 p_{F1} = período de alimentação dos alevinos entre a amostragem, recomendada, com 15 dias de viveiros e a próxima amostragem (número de dias/ciclo)
 p_{F2} = período de alimentação dos alevinos entre a amostragem, recomendada, com 22 dias de viveiros e a próxima amostragem (número de dias/ciclo)

- P_H = peso total de hipófise (mg)
 $\$H$ = valor do grama de hipófise (R\$)
 p_i = período inicial de alimentação de pós-larvas (número de dias/ciclo)
 P_{MA} = peso médio dos alevinos (g)
 P_{MP} = peso médio das pós-larvas (g)
 P_{MR} = peso médio dos reprodutores (kg)
 p_R = dias de arraçoamento na semana para reprodutores
 P_s = taxa de substituição do plantel
 q_{aA} = dose de 1ª adubação para área de alevinagem (g/m^2)
 Q_{aA} = quantidade de adubo para área de alevinagem (kg)
 q_{acA} = dose de adubação complementar para área de alevinagem (g/m^2)
 q_{acR} = dose de adubação complementar para área de reprodutores (g/m^2)
 q_{aR} = dose de 1ª adubação para área de reprodutores (g/m^2)
 Q_{aR} = quantidade de adubo para área de reprodutores (kg)
 $\$a$ = valor do quilograma de adubo (R\$)
 Q_{aT} = quantidade total de adubo (kg)
 q_{cA} = dose de cal ou calcário para área de alevinagem (g/m^2)
 Q_{cA} = quantidade de cal ou calcário para a área de alevinagem (kg)
 q_{cR} = dose de calcário para área de reprodutores (g/m^2)
 Q_{cR} = quantidade de calcário para área de reprodutores (kg)
 $\$c$ = valor do quilograma de calcário (R\$)
 Q_{cT} = quantidade total de calcário (kg)
 q_{fA} = dose de fertilizante inorgânico para área de alevinagem (g/m^2)
 Q_{fA} = quantidade de fertilizante inorgânico para a área de alevinagem (kg)
 $\$f$ = valor do quilograma de fertilizante (R\$)
 Q_{rR} = quantidade anual de ração para reprodutores (kg)
 $\$rR$ = valor do quilograma de ração para reprodutores (R\$)
 Q_{rAF} = quantidade de ração para alevinagem na fase final (kg)
 $\$rAF$ = valor do quilograma de ração para alevinagem na fase final (R\$)
 q_{rAI} = quantidade de ração a cada alimentação na fase inicial da alevinagem (g/m^2)
 Q_{rAI} = quantidade de ração para alevinos na fase inicial (kg)
 $\$rAI$ = valor do quilograma de ração para alevinagem na fase inicial (R\$)
 r = número de ciclos para utilização dos viveiros de alevinagem
 r_e = taxa de reserva de embalagem
 s = taxa de sobrevivência de larvas a pós-larvas
 S = taxa de sobrevivência de pós-larvas a alevinos
 t_F = taxa de alimentação de alevinos (proporção do peso vivo/dia)
 t_R = taxa de alimentação para reprodutores (proporção do peso vivo/dia)
 V_i = volume da incubadora (l)
 $\$A$ = valor unitário do alevino (R\$)
 52 = número de semanas em um ano

Fórmulas

Número Estimado de Óvulos (N_o)

$$N_o = N'_A / (F \times E \times s \times S)$$

Biomassa de Fêmeas Ativas (B_f)

$$B_f = (N_o / n_o) \times (1 + C)$$

Biomassa de Machos Ativos (B_m)

$$B_m = K \times B_f$$

Biomassa Total de Reprodutores Ativos (machos e fêmeas) (B_t)

$$B_t = B_f + B_m$$

Biomassa de Reprodutores de Substituição do Plantel (B_s)

$$B_s = B_t \times P_s \times M_s$$

Biomassa Total de Reprodutores Existentes na Estação (B_R)

$$B_R = B_t + B_s$$

Número de Reprodutores Fêmeas Ativas Disponíveis na Estação (N_f)

$$N_f = B_f / P_{MR}$$

Número de Reprodutores Machos Ativos Disponíveis na Estação (N_m)

$$N_m = B_m / P_{MR}$$

Número de Reprodutores de Substituição Disponíveis na Estação (N_s)

$$N_s = B_s / P_{MR}$$

Quantidade Anual de Ração para Produção de Biomassa de Reprodutores

$$Q_{rR} = B_R \times t_R \times p_R \times 52$$

Área Total de Viveiros para Reprodutores (A_R)

$$A_R = B_R / (D_R / 1000)$$

Área de Viveiros para Reprodutores Ativos (A_{RA})

$$A_{RA} = B_t / (D_r / 1000)$$

Área de Viveiros para Reprodutores de Substituição do Plantel (A_{RS})

$$A_{RS} = B_s / (D_R / 1000)$$

Quantidade de Calcário para a Área de Reprodutores (Q_{cR})

$$Q_{cR} = (A_R \times q_{cR}) / 1000$$

Quantidade de Adubo para a Área de Reprodutores (Q_{aR})

$$Q_{aR} = \{A_R [q_{aR} + (q_{acR} \times n_R)]\} / 1000$$

Peso de Hipófise (P_H)

$$P_H = B_l \times d_l + B_m \times d_m$$

Número de Incubadora (N)

$$N_i = N_{Ov} / (r \times N_i \times V_i) \text{ Obs.: número de ovos } (N_{Ov}) = \text{número de óvulos } (N_o)$$

Área de Alevinagem (A_A)

$$A_A = N_A / (S \times r \times D_p)$$

Número Estimado de Alevinos (N_A)

$$N_A = D_p \times A_A \times S \times r$$

Número Estimado de Alevinos (N_A) obtidos pela Arrecadação Bruta (A_B)

$$N_A = A_B / \$_A$$

Número de Pós-larvas (N_p)

$$N_p = D_p \times A_A \times r$$

Biomassa das Pós-larvas (B_p)

$$B_p = (N_p \times P_{MP}) / 1000$$

Biomassa de Alevinos (B_{PA})

$$B_A = (N_A \times P_{MA}) / 1000$$

Quantidade de Cal para a Área de Alevinagem (Q_{cA})

$$Q_{cA} = [(A_A \times q_{cA}) r] / 1000$$

Quantidade de Adubo para a Área de Alevinagem (Q_{aA})

$$Q_{aA} = [A_A [q_{aA} + (q_{acA} \times n_A)] r] / 1000$$

Quantidade de Fertilizante Inorgânico para a Área de Alevinagem (Q_{iA})

$$Q_{iA} = (A_A \times q_{iA} \times n_i \times r) / 1000$$

Quantidade de Ração para a Produção de Alevinos na Fase Inicial (Q_{rAI})

$$Q_{rAI} = [(A_A \times q_{rAI} \times a_A \times p_i) \times r] / 1000$$

Quantidade de Ração para a Produção de Alevinos na Fase Final (Q_{rAF})

$$Q_{rAF} = [N_p \times t_F \times (P_{AF1} \times p_{F1} + P_{AF2} \times p_{F2})] / 1000$$

Área Total do Projeto (A_T)

$$A_T = A_R + A_A$$

Quantidade Total de Calcário (Q_{cT})

$$Q_{cT} = Q_{cR} + Q_{cA}$$

Quantidade Total de Adubo (Q_{aT})

$$Q_{aT} = Q_{aR} + Q_{aA}$$

Quantidade de Embalagens (sacos) Plásticas para o Transporte de Alevinos (E_{IA})

$$E_{IA} = (N_A / N_{aA}) \times (1 + r_e)$$

Custo de Produção das Pós-larvas (C_{pP})

$$C_{pP} = (Q_{cR} \times \$_{cR}) + (Q_{aR} \times \$_{aR}) + (Q_{rR} \times \$_{rR}) + (P_H \times \$_H) + C_{Mat} + C_{Mo}$$

Custo Unitário de Produção da Pós-larva (C_{upP})

$$C_{upP} = C_{pP} / N_p$$

Custo de Produção dos Alevinos (C_{pA})

$$C_{pA} = (Q_{cT} \times \$_{cT}) + (Q_{aT} \times \$_{aT}) + (Q_{fA} \times \$_{fA}) + (Q_{rR} \times \$_{rR}) + (Q_{fAI} \times \$_{fAI}) + (Q_{fAF} \times \$_{fAF}) + (P_H \times \$_H) + (E_{IA} \times \$_E) + C_{Mat} + C_{Mo}$$

Custo Unitário de Produção do Alevino (C_{upA})

$$C_{upA} = C_{pA} / N_A$$

Arrecadação Bruta (A_B)

$$A_B = N_A \times \$_A$$

Arrecadação Líquida (A_L)

$$A_L = A_B - C_{pA}$$

Programa computacional

Os cálculos matemáticos referentes à estimação da produção e custos foram desenvolvidos em linguagem Visual Basic 5.0 para microcomputadores compatíveis com a linha IBM-PC. O programa utilizou o idioma português, com opção de entrada de dados via teclado e interface visual gráfica, contendo textos e imagens explicativas, orientação tecnológica e de manejo, além de exemplificação dos valores mais utilizados para os momentos de decisão

exigidos pelo programa. Os resultados foram fornecidos via monitor ou impressora, sendo estes, junto com os dados inseridos, salvos no disco rígido do computador.

Experimento para coleta de dados para a aplicação e validação do modelo computacional

Para a validação do programa computacional foi realizado um experimento com reprodutores selecionados de um lote de pacus, proveniente do CEPTA (Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais), Pirassununga, Estado de São Paulo.

A indução à desova foi efetuada administrando extrato bruto de hipófises. Após a extrusão e a fertilização, os ovos, foram transferidos para incubadoras do tipo funil, conforme metodologia descrita por Bernardino & Ferrari (1987). Quatro viveiros foram utilizados para larvicultura e alevinagem, cada um com 350 m² de área útil, escavados em terra e com profundidade média de 1,2 m, dotados de abastecimento individual através de canaleta comum a céu aberto, por um período de 38 dias. Antes do abastecimento, realizou-se a calagem com carbonato de cálcio, na quantidade de 57 g/m², a adubação com esterco fresco bovino à razão de 700 g/m², dotando-se as entradas de água, protegidas, *a priori*, com tela de nylon de 500 mm.

As larvas, com cinco dias de vida, foram estocadas em densidade de 70 larvas/m² no sexto dia após o início do preparo do viveiro, recebendo três adubações complementares, por semana, com esterco bovino fresco, na quantidade de 230 g/m². Como alimento suplementar (artificial), foi utilizado nos primeiros 15 dias de criação, uma ração em pó, contendo aproximadamente 30% de proteína bruta e 3000 kcal/kg, na proporção de 0,5 g/m² em cada alimentação, fornecida quatro vezes ao dia, a partir do quarto dia após a estocagem. Após os primeiros 16 dias de alevinagem até a despesca final do viveiro, foi oferecida uma ração de igual composição, porém, farelada, na proporção de 20% da biomassa ao dia. Ao final da criação, na despesca realizada, os alevinos foram amostrados e estimada a sua sobrevivência.

As Tabelas I, II e III detalham a quantidade e os custos dos materiais, insumos e mão-de-obra durante a alevinagem.

TABELA I - Relação, quantidade e custos dos materiais de consumo utilizados na experimentação.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Agulha p/ seringa	cx	1	7,00	7,00
Bacia plástica	un	10	3,50	35,00
Balde plástico 20l	un	4	10,20	40,80
Carga de oxigênio	m ³	10	8,00	80,00
Concha plástica	un	6	6,80	40,80
Copo de Becker	un	6	8,00	48,00
Escova fina	un	2	0,75	1,50
Espátula plástica	un	6	3,00	18,00
Espuma 10 cm	m	1	35,00	35,00
Glicerina	l	1	10,00	10,00
Gral e pistilo	un	1	20,00	20,00
Hipófise	g	0,0243	400,00	9,72
Placa de petri	un	6	2,00	12,00
Saco plástico	un	100	0,20	20,00
Seringa descartável	cx	1	19,40	19,40
Soro fisiológico	l	1	1,50	1,50
Toalha	un	10	5,45	54,50
Tubo de ensaio	un	6	0,50	3,00
Total	-	-	-	456,22

TABELA II - Relação, quantidade e custos dos insumos utilizados na experimentação

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Cal virgem	kg	79,8	0,13	10,37
Esterco bovino	kg	1946,0	0,07	136,22
Ração em pó	kg	30,8	0,80	24,64
Ração em farelo	kg	49,4	0,40	19,76
Total	-	-	-	190,99

TABELA III - Relação, quantidade e custos da mão de obra utilizada na experimentação

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Nível superior	diário	3	112,00	336,00
Nível médio	mensal	2	418,00	836,00
Avulso	diário	12	15,00	180,00
Total	-	-	-	1352,00

* Salário + encargos = R\$ 220,00 + R\$ 198,00 = R\$ 418,00

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento realizado no CEPTA/IBAMA, em Pirassununga-SP, no período de 8 de janeiro a 14 de fevereiro de 1997, que teve como finalidade buscar subsídios para conferência dos procedimentos computacionais das fórmulas matemáticas do sistema operacional, obteve-se uma sobrevivência de 42,04%, com um total de 41221 alevinos. Utilizada a taxa de sobrevivência obtida no programa computacional, teve como resultado 41160 alevinos estimados. A diferença de 61 alevinos, correspondente a 0,15%, deveu-se, exclusivamente, à precisão requerida nas casas decimais (aproximação de cálculos).

A Tabela IV, que apresenta a taxa de sobrevivência para cada viveiro utilizado, demonstra uma sobrevivência acentuadamente menor para o viveiro C12. Isto deve-se ao preparo inadequado do viveiro, pois o mesmo foi esvaziado à noite e enchido, imediatamente após, na manhã seguinte, o que impossibilitou a eliminação total de predadores, sendo observada uma incidência elevada de ninfas Odonata. A Tabela V, expressa os resultados obtidos pelo programa computacional para a receita bruta, líquida e produção de alevinos.

TABELA IV - Taxa de sobrevivência (%) obtida da estocagem de 24500 pós-larvas por viveiro.

Número do viveiro	Número total de peneiras	Média das peneiras	Total de peixes	Sobrevivência (%)
C12	1	278	278	1,13
C24	50	236	11800	48,16
C25	39	327	12753	52,05
C26	55	298	16390	66,90
Total	145		41221	42,04

TABELA V - Resultados dos cálculos efetuados pelo sistema computacional para o planejamento em alevinagem de pacu.

Discriminação	Quantidade	Porcentagem
Receita bruta (R\$)	4116,00	100,00
Despesa total (R\$)	1999,21	48,57
Receita líquida (R\$)	2116,79	51,43
Produção estimada de alevino	41160	-

O programa permite a realização dos cálculos a partir de três opções para a entrada dos dados: na primeira, o usuário define uma área para a alevinagem; na segunda, começa pelo número de alevinos esperados ao final do projeto; e na terceira, inicia a partir de uma arrecadação bruta esperada ao fim da atividade. Após a seleção, é necessário fornecer os indicadores para os cálculos. Tais informações podem flutuar de acordo com as variações das técnicas utilizadas, local escolhido para a realização do projeto, perícia dos executores da atividade, disponibilidade de materiais, insumos e mão-de-obra, sendo que os valores desses também podem variar de local e época.

A produção de alevinos e a arrecadação bruta e líquida podem ser elevadas desde que se aumente a densidade de estocagem de pós-larvas por m^2 de viveiro, o que pode prejudicar, no entanto, o tamanho dos alevinos no final do processo, ressaltando-se, ainda, a possibilidade de ocorrer uma diminuição da taxa de sobrevivência dos mesmos.

A capacidade dos executores do projeto em otimizar a aplicação das técnicas que compõem as etapas do processo de produção pode elevar ou diminuir sua eficiência. A precisão com que o usuário embutir nos índices requeridos no modelo determina a eficiência da estimativa para as quantidades de reprodutores, pós-larvas, alevinos, materiais, insumos, mão-de-obra, custos, arrecadação bruta e líquida.

A apresentação do programa com interfaces gráficas e com instruções em português, complementadas com a orientação para digitação dos dados em ordem seqüencial automática resultou em grande facilidade de seu manuseio pelo usuário (Fig. 2 a 8). Para a emissão do relatório, os principais dados utilizados para os cálculos e seus resultados foram transferidos para o Microsoft Word, versão 7.0 ou mais recentes, onde também foram determinados os locais para digitação de Título, Introdução, Anexos e Considerações Finais. Estes espaços podem ser ocupados com a introdução de símbolos, figuras, desenhos e imagens, conforme apresentados por Bock (1999).

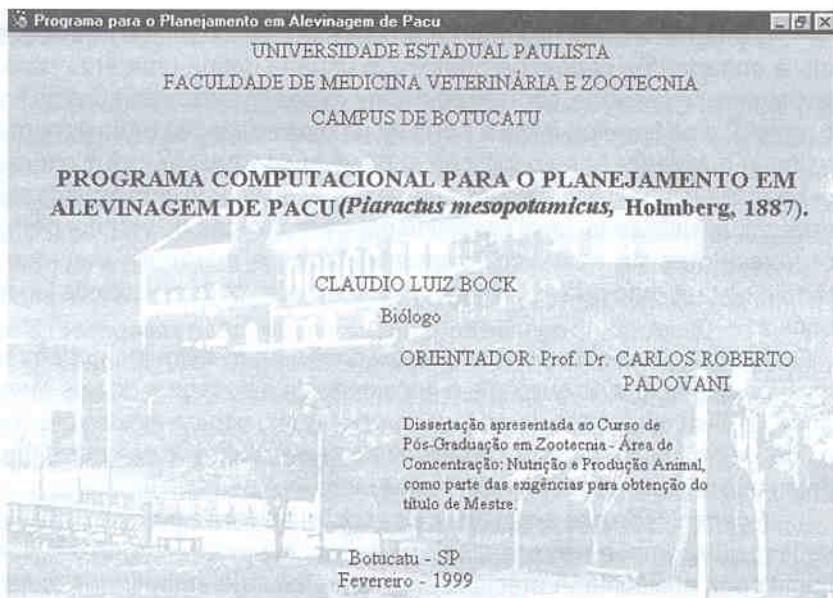


Fig. 2 - Tela de apresentação do programa computacional.

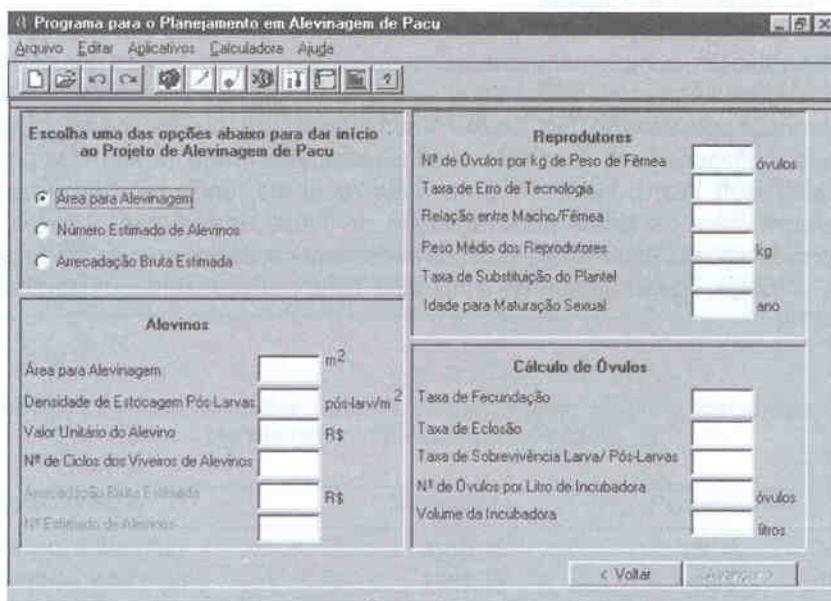


Fig. 3 - Tela do fornecimento de dados gerais sobre alevinos, reprodutores e incubação.

Programa para o Planejamento em Alevinagem de Pacu

Arquivo Editar Aplicativos Calculadora Ajuda

Viveiros para Alevinagem

Quantidade de Calcário g/m²

Adubação Inicial g/m²

Adubação Complementar g/m²

Nº de Adubações Complementares por Ciclo

Quantidade de Fertilizante Inorgânico g/m²

Nº de Fertilizações por Ciclo

Taxa de Sobrevivência Pós-Larva/Alevino

Valor do kg de Calcário R\$

Valor do kg de Adubo R\$

Valor do kg de Fertilizante Inorgânico R\$

Hipófise

Dose Total p/ Macho mg/kg

Dose Total p/ Fêmeas mg/kg

Valor da grama de Hipófise R\$

Viveiros para Reprodutores

Densidade de Estocagem g/m²

Quantidade de Calcário g/m²

Adubação Inicial g/m²

Adubação Complementar g/m²

Nº Adubações Complementares ao Ano

< Voltar Avançar >

Fig. 4 - Tela da entrada de dados sobre viveiros para alevinagem, indução hormonal e viveiros para reprodutores.

Programa para o Planejamento em Alevinagem de Pacu

Arquivo Editar Aplicativos Calculadora Ajuda

Ração para Reprodutor

Taxa de Alimentação

Dias de Arraçoamento na Semana

Valor do kg da Ração R\$

Embalagens para Alevinos

Número de Alevinos por Embalagem

Taxa para Reserva de Embalagem

Valor Unitário da Embalagem R\$

Ração para Alevino

Para os 15 Dias Iniciais

Quantidade de Ração por Alimentação g/m²

Dias de Arraçoamento

Nº de Alimentação ao Dia

Valor do kg da Ração R\$

Para os 15 Dias Finais

Taxa de Alimentação

Dias de Arraçoamento

Peso do Alevino com 15 Dias de Viveiro grama

Peso do Alevino com 22 Dias de Viveiro grama

Valor do kg da Ração

< Voltar Avançar >

Fig. 5 - Tela da introdução de dados sobre rações e embalagens.

Programa para o Planejamento em Alevinagem de Pacu

Arquivo Editar Aplicativos Calculadora Ajuda

Material Existing in Register

Description	Unit Value
▶ Agulha p/ seringa (cx)	R\$7,00
Bacia plástica (un)	R\$3,50
Balde plástico 20 l (un)	R\$10,20
Carga de oxigênio (m3)	R\$8,00
Concha plástica (un)	R\$6,80
Copo de Becker (un)	R\$8,00
Escova fina (un)	R\$0,75
Espátula plástica (un)	R\$3,00
Espuma 10 cm (m)	R\$35,00
Glicerina (l)	R\$10,00

Quantity of Material Selected in Register

Transfer Material Selected to Project

Insert New Material in Register

Materials Selected for the Project

Description	Value

SOMA

dos Materiais Selecionados para o Projeto R\$

da Mão-de-Obra Selecionada para o Projeto R\$

Fig. 6 - Tela da seleção de materiais utilizados no projeto.

Programa para o Planejamento em Alevinagem de Pacu

Arquivo Editar Aplicativos Calculadora Ajuda

Hand Existing in Register

Description	Value
▶ Nível superior diário	R\$112,00
Nível médio mensal	R\$418,00
Avulso diário	R\$15,00
Nível superior mensal	R\$1.890,00
Nível médio 2	R\$600,00
Braçal	R\$360,00

Quantity of Material Selected in Register

Transfer Material Selected to Project

Insert New Item of Hand in Register

Hand Used for the Project

Description	Value

SOMA

dos Materiais Selecionados para o Projeto R\$

da Mão-de-Obra Selecionada para o Projeto R\$

Fig. 7- Tela da seleção de mão-de-obra utilizada no projeto.

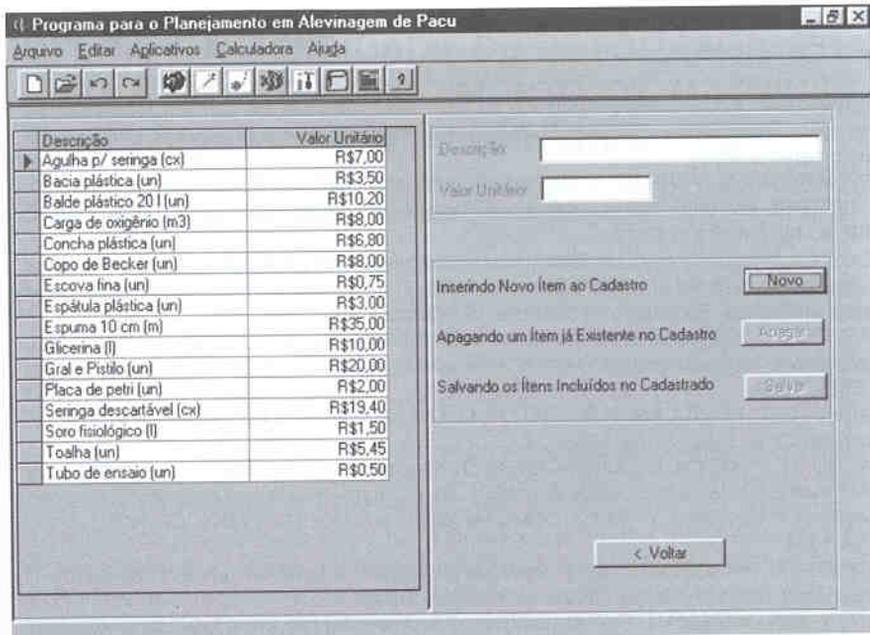


Fig.8 -Tela da inserção de materiais, mão-de-obra e seus respectivos custos, no cadastro, para sua utilização em projetos.

CONCLUSÕES

O levantamento bibliográfico de diversas informações, características e aspectos práticos da produção de alevinos de pacu possibilitou a configuração de um programa computacional simples, quanto à operacionalização, e útil aos criadores no planejamento em alevinagem de pacu. O sistema apresenta-se flexível em diferentes situações, pois permite a simulação de diversas opções para a realização da atividade. Os indicadores matemáticos empregados devem ser vistos como critério para a obtenção da exatidão dos resultados do sistema, porém sem diminuir a sua versatilidade quanto a utilização nas diversas situações, assim como para outras espécies. A elaboração do programa em linguagem Visual Basic possibilitou sua execução em ambiente Windows, versões 95, o que permite o uso de seus recursos com fácil compreensão do sistema pelo usuário e interação do mesmo com o computador, mesmo no caso de o interessado ter pouca habilidade em informática. Além disso, propicia também a sua compatibilidade com os demais programas para ambiente Windows, permitindo, deste modo, interação e importação de dados para o relatório.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, R.C.G., BERNARDINO, G. *Banco de hipóteses do CEPTA*: formulário de aquisição. Pirassununga: Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura, 1988. p.39 (Documento interno).
- BERNARDINO, G., FERRARI, V. *Reprodução artificial do tambaqui Colossoma macropomum*. In: SÍNTESE dos trabalhos realizados com espécies do gênero *Colossoma*. Pirassununga: CEPTA, 1987. n. 2.9 p. 12-13.
- BOCK, C.L. *Programa computacional para o planejamento em alevinagem de pacu (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887)*. Botucatu, 1999. 71 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.
- CACHO, O.J. A bioeconomic model for catfish production with emphasis on nutrition. *Dissertation-Abstracts-International.-A, -Humanities-and-Social-Sciences*, v. 50, n. 8, p. 2585, 1990.
- CACHO, O.J., KINNUCAN, H.W., HATCH, U. Optimal control of fish growth. *Am. J. Agric. Econ.*, v. 73, n. 1, p. 174-83, 1991.
- CACHO, O.J., HATCH, U., KINNUCAN, H. Development and implementation of a fish-farm bioeconomic model: a three-stage approach. *Aquaculture:models-and-economics*. Boulder: Westview Press, 1993. p. 55-72. Obtido via base de dados CAB Abstr. CD-ROM, v. 4A, 1993-1994.
- HEPHER, B., PRUGININ, Y. *Commercial fish farming: with special reference to fish culture in Israel*. New York: John Wiley, 1981. p. 4-5, 106, 119-20.
- KUTTY, M.N., HUISMAN, E.A. An analysis of factors affecting individual fish growth and pond fish production. *Aquaculture research in the Africa region*. In: AFRICAN SEMINAR ON AQUACULTURE, 1985, Kisumu. Proceedings... Stockholm: International Foundation for Science, 1986, p. 129-42.
- LOGAN, S.H., JOHNSTON, W.E. Economics of commercial trout production. *Aquaculture*, v. 100, p. 1-3, 25-46, 1992.
- LOSORDO, T.M., WESTERMAN, P.W. An analysis of biological, economic, and engineering factors affecting the cost of fish production in recirculating aquaculture systems. *J. World Aquacult. Soc.*, v. 25, p. 193-207, 1994.
- PROENÇA, C.E.M., BITTENCOURT, P.R.L. *Manual de piscicultura tropical*. Brasília: IBAMA, 1994. p. 23, 31-77.
- TATIZANA, S.A. *Um modelo conceitual de simulação da produção de gado de corte*. Piracicaba, 1995. 95 p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- TESS, M.W. The impact of production/marketing system on breeding objectives in swine. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3, BREEDING PROGRAMS FOR SWINE, POULTRY AND FISH, 10, 1986. p. 3-13.
- WOYNAROVICH, E., HORVÁTH, L. *A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão*. Brasília, Food and Agriculture Organization the United Nations, 1983. p.13-4, 71-3, 171-3, 213-5.
- WRIGHT, A. Farming systems, models and simulation. In: DENT, J.B., ANDERSON, J.R. *Systems analysis in agricultural management*. Sidney: John Wiley, 1971. p. 17-33.
- WRIGHT, N.A., KENMUIR, D.H.S. The economics of fish culture. A survey of costs associated with tilapia (*Sarotherodon mossambicus*) production. *Zimb. Agric. J.*, v. 78, p. 151-60, 1981.