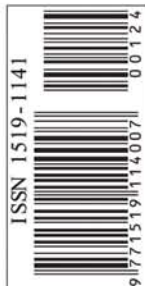




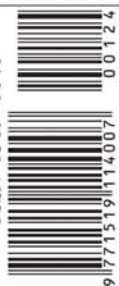
Panorama da AQUICULTURA



CAMARÃO NO BRASIL PASSADO, PRESENTE E FUTURO



ISSN 1519-1141



9 771519 114007 0 0124

TILÁPIA:
As tendências do cultivo

PIRARUCU:
A cadeia produtiva

JUNDIÁ:
Peixe sob medida



A produção de **Pirarucu no Brasil:** uma visão geral

Por: Eduardo A. Ono
eduardo@acquaimagem.com.br

Avanços na produção do pirarucu

A produção de pirarucu, *Arapaima gigas*, vem crescendo e se disseminando por quase todas as regiões do Brasil nos últimos anos, seja por conta da mídia a respeito do apelo pela sua preservação ou pelo grande potencial zootécnico e de mercado que este nobre peixe apresenta. O resultado prático desse grande marketing que o pirarucu vem recebendo é que muitos piscicultores e empreendedores de outros ramos de atividade vêm investindo na sua criação, apesar da limitada disponibilidade de tecnologia sobre a sua produção comercial.

Estudos como os realizados pelo SEBRAE na região norte do país de 2007 a 2010 vem ajudando a melhor elucidar a cadeia produtiva do pirarucu, demonstrando tanto a viabilidade na área de produção quanto de mercado, bem como indicando as diversas dificuldades em se produzir a espécie. Dentre diversas ações deste projeto, foram implantadas unidades pilotos de produção em parceria com a iniciativa privada, durante pouco mais de 3 anos de projeto, nos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima e Tocantins. Estas unidades, além de terem contribuído com a geração de parâmetros de produção em diferentes sistemas (viveiros, açudes, tanque-rede), contribuíram muito no processo de capacitação de pequenos empresários e técnicos que atuam em toda a região.

An overview of the pirarucu production in Brazil

Advances in the pirarucu production
The production of pirarucu, *Arapaima gigas*, has been expanding all around Brazil in the past few years as a result of the appeal for its preservation or the great production and market potential of this high quality fish. The actual result of the marketing involving the pirarucu is that many producers and entrepreneurs are investing on its commercial farming, despite the lack of production technology.

Studies such as those carried out by SEBRAE in the Northern region of Brazil from 2007 to 2010 have contributed to elucidate the pirarucu production chain, demonstrating its farming and market feasibility, as well as indicating the difficulties faced by the producers. Among several activities within this Project, small scale grow out units were carried out in association with the private sector along more than 3 years, in the

Os números da produção do pirarucu ainda variam dentro de uma faixa bastante larga, por conta da diversidade de cenários encontrados no seu processo de produção e venda, ao exemplo dos custos dos juvenis e das rações, o porte do peixe no abate, o segmento de mercado explorado e, principalmente, o grau de eficiência produtiva alcançado pelo produtor (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros zootécnicos da produção do pirarucu / Table 1. Pirarucu production variables

Parâmetros	Viveiro/açude	Tanque, rede
Peso médio inicial	15 g (10 cm)	500 g
Peso médio 12 meses	8,0 a 10,0 kg	8,0 a 9,0 kg
Conversão alimentar aparente	1,7 a 2,2	2,0 a 2,2
Taxa de sobrevivência	90 a 95 %	90 a 95 %
Biomassa final	7.000 a 16.000 kg/ha	100 a 120 kg/m ³

Fonte: SEBRAE (2010)

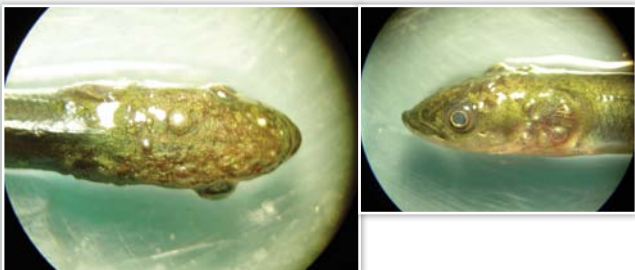
Pela experiência acumulada nos diversos projetos acompanhados em toda a Amazônia, o principal fator determinante ao sucesso da produção, além da qualidade dos insumos, tem sido a qualificação da mão de obra responsável pela produção. Naquelas propriedades que contam com mão de obra mais experiente no manejo de produção e comprometida em seguir as recomendações técnicas, tem sido possível alcançar resultados técnicos e econômicos satisfatórios.

Cuidados com os juvenis e a qualidade da água

Muitos piscicultores têm subestimado a complexidade da produção do pirarucu por acreditarem que a espécie é muito rústica, apenas por conta da sua capacidade de respirar na atmosfera e, conseqüentemente não depender do oxigênio dissolvido na água. Ou seja, o fato do pirarucu não ter seu desempenho comprometido ou morrer pela falta de oxigênio na água, tem induzido muitos produtores ao pensamento equivocado de que os demais parâmetros de qualidade de água não são importantes na produção desta espécie. Um exemplo disso é que na produção do pirarucu sob altas densidades de estocagem em viveiros e açudes, as concentrações de oxigênio dissolvido atingem níveis muito próximos de zero. Porém, sob estas condições é muito comum observar altas concentrações de gás carbônico (CO₂) na água, que interfere na eliminação do gás pelos animais, levando ao seu acúmulo no sangue e, dependendo da concentração, causando estresse e propiciando a ocorrência de doenças nos peixes.

Outra peculiaridade da produção do pirarucu é que, se por um lado a espécie tem a vantagem de respirar diretamente do ar, o fato desta respiração aérea ser obrigatória faz com que os animais venham constantemente à superfície. Essa obrigatoriedade em vir à superfície trás algumas desvantagens ao pirarucu quando comparado aos peixes tradicionalmente criados, que podem escolher sua posição na coluna d'água. Exemplos de algumas destas desvantagens são:

- maior exposição ao ataque de predadores alados (aves e morcegos);
- exposição a águas supersaturadas de oxigênio (> 200%), pH elevado à tarde (> 9,0), além de alta concentração de amônia tóxica (> 0,5 mg/L) em ambientes excessivamente eutrofizados (super adubados);
- exposição dos peixes a hipertermia ou água superaquecida, comuns na porção superficial da água em viveiros pequenos, podendo ultrapassar 35 °C.



Juvenil de pirarucu com embolia gasosa causada pela supersaturação de oxigênio em viveiro eutrofizado
Pirarucu juvenile with embolism caused by oxygen supersaturation in nutrient rich pond water

States of Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima and Tocantins. These production units contributed to generate valuable production parameters in different systems (excavated and hillside ponds and cages) and represented a great learning experience for small fish producers and technicians working in the region.

The results of pirarucu production still vary within a quite wide range due to the diversity of scenarios found on its production and commerce, such as the cost of fingerling and feed, market size, consumer profile, and on farm production efficiency (table 1).

The experience of many projects in the Amazon has shown that a major factor influencing the success of pirarucu production, besides the quality of inputs (fingerlings and feeds), is the training of the on farm labor. Farms where labor is experienced and dedicated to caring for the production according to the technical advices have accomplished satisfactory technical and economical results.

Managing pirarucu juveniles and water quality

Many producers have underestimated the complexity of raising pirarucu by considering the fish tolerance to survive in waters with no dissolved oxygen (DO) due to its ability to breathe directly from the atmosphere. In other word, the fact that pirarucu do not have its growth performance or survival compromised by the lack of DO has lead many producers to the misconception that other water quality parameters are also of no concern. An example of this mistake is that under high density intensive pond system, water DO frequently drops to zero. Also, under this condition, high concentration of carbon dioxide (CO₂) may occur, interfering with fish CO₂ excretion, resulting on its accumulation in fish blood, causing stress that may lead to the occurrence of diseases.

Other particularity of pirarucu production is that fish are obligated to continuously come to the surface to breathe. On one hand this species presents the advantage of not depending on water DO, but on the other hand this may represent some disadvantages, such as:

- greater exposition to predators (birds and bats);
- contact with waters supersaturated with oxygen (> 200%), high pH values in the afternoon (> 9.0) and high unionized ammonia (> 0.5 mg/L), especially in nutrient rich environments;
- exposition to hyperthermia or overheated water, common in small ponds in the summer, when water temperature may exceed 35 °C.

Como diversas condições extremas de qualidade de água geralmente ocorrem simultaneamente, tem se observado muitas perdas de pirarucu, principalmente na fase jovem quando os animais são bastante sensíveis, por conta do mau manejo do ambiente de cultivo. A má qualidade da água, muitas vezes agravada pela nutrição deficiente, também tem sido a causa de massivas mortandades de juvenis de pirarucu (até cerca de 20 cm) por conta da alta infestação de parasitos, sobretudo dos trematódeos monogenéticos ou “monogenóides”, do dinoflagelado *Piscinoodinium* sp. e do protozoário *Trichodina* sp. Tem se observado uma sensível redução na mortandade de juvenis acima de 20 cm, provavelmente por conta da maior resistência dos animais às infestações parasitárias. Assim, o adequado manejo da qualidade da água é imprescindível para a prevenção de perdas dos juvenis pela ocorrência de doenças.

No atual estágio da produção do pirarucu, os alevinos ou juvenis ainda são todos provenientes de desovas naturais (não induzidas) e da coleta dos cardumes de pós-larvas ou juvenis (as coletas de ovos ainda não raras). Por um lado, os produtores que dominaram o manejo da qualidade da água e alimentação de pós-larvas e juvenis “precoces” (2 a 3 cm) estão conseguindo altos índices de aproveitamento (> 85%) das ninhadas coletadas até o final do condicionamento alimentar. Assim, uma ninhada pode resultar entre 3.000 e 5.000 juvenis (podendo superar 10.000 se for proveniente de matrizes de grande porte). Porém, muitos produtores ainda persistem com a teoria de que os juvenis só devem ser separados dos “pais” quando atingem maior porte (10 a 15 cm), por conta das experiências mal sucedidas com o manejo de animais menores, pelos motivos discutidos anteriormente. Entretanto, o índice de sobrevivência dos juvenis no ambiente da desova até atingirem este porte é geralmente bastante baixo (10 a 20%), o que é um desperdício, considerando o alto valor de mercado dos juvenis.

As recomendações para os principais parâmetros de qualidade de água para a produção



Monogenóide isolado das brânquias de juvenis de pirarucu
Monogenea parasite isolated from the gills of pirarucu juvenile

do pirarucu são bastante similares àquelas para outras espécies de peixes tropicais e são apresentadas da tabela 2.

Aspectos da nutrição e alimentação do pirarucu

Por ser um peixe de hábito carnívoro, o pirarucu precisa passar pelo condicionamento alimentar, que normalmente inicia com os juvenis recebendo alimento vivo (zooplâncton ou *Artêmia*). Após a fase de alimento vivo, os peixes são gradualmente

Extreme water quality conditions may frequently occur with different variables simultaneously, resulting in great losses of pirarucu, especially juveniles that are more sensitive, due to poor water quality management. Water quality problems are aggravated by poor fish nutrition and these have been the cause of massive mortality of pirarucu juveniles (up to 20 cm) as a result of high infestations of parasites, such as the monogeneans, dinoflagellates *Piscinoodinium* sp. and the protozoan *Trichodina* sp. When fish reach around 20 cm, mortality rates usually drop, probably due to the greater resistance of the animals. Therefore, the adequate water quality management is imperative for the prevention of diseases.

Pirarucu production still rely solely on the collection of fry and fingerlings (egg mass collection is rare) from natural spawning (not induced). However, producers who learned to manage water quality and feeding of post-larvae and fry (2 to 3 cm) are reaching high survival rates (> 85%) from spawning to the end of weaning phase. Thus, the yield of one spawn can typically result in 3,000 to 5,000 juveniles (up to 10,000 when using large broodfish). On the opposite, many pirarucu producers still persist on the belief that fingerlings must be taken care by the “parents” up to a larger size (10 to 15 cm), as consequence of bad results obtained in the past caused by the poor management procedures discussed previously. Nevertheless, in this case the survival rates are usually low (10 to 20%), which is a waste considering the high market value of the pirarucu juveniles.

The basic water quality recommendations for pirarucu production are similar to those for other tropical fishes and are presented in table 2.

Pirarucu nutrition and feeding aspects

As a carnivorous fish species, pirarucu must be trained to accept dry diets and the weaning process begins by offering a live food (zooplankton or *Artemia*). Juveniles are weaned by feeding a sequence of moist feeds prepared by mixing increasing rates of powder feed with the live food (more details are available in the 81st and 100th edition of the Panorama da Aquicultura). The use of wild zooplankton is of lower cost, but this live food presents no quality standards nor can the quantity collected be programmed. Other problem is that the production of wild zooplankton relies

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água recomendados para a produção do pirarucu
Table 2. Water quality variables recommended for pirarucu production

Parâmetros ¹	Valores adequados
Temperatura ²	28 a 32 °C
pH	6,0 a 8,0
Alcalinidade total (mg/L CaCO ₃)	> 25,0
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	> 25,0
Gás carbônico (mg/L CO ₂)	< 15,0
Amônia não ionizada (mg/L NH ₃)	< 0,2
Transparência em disco de Secchi (cm)	> 40 cm

¹ Por ser um peixe de respiração aérea, não há recomendação da concentração mínima de oxigênio dissolvido, mas vale lembrar que a presença de oxigênio na água é importante para a manutenção de todo o ecossistema aquático.

² A temperatura letal observada em campo está ao redor de 15 °C, mas animais mantidos sob temperaturas abaixo de 25 °C apresentam sensível prejuízo no desempenho produtivo.

¹ As an air breathing fish, there is no recommendation of minimum level of dissolved oxygen, but it is important to remind the role of the oxygen for the entire aquatic environment.

² Lethal water temperature observed on the field is around 15 °C, but fish kept at temperature below 25 °C present poor growth performance.

acostumados a receberem a ração seca, com a oferta de rações úmidas, compostas por misturas de porções crescentes de alimento balanceado (maiores detalhes podem ser encontrados nas edições 81 e 100 da *Panorama da AQUICULTURA*). Embora apresente um menor custo, o uso de zooplâncton nativo capturado em viveiros/açudes nem sempre trás o melhor resultado na fase de condicionamento alimentar, visto que não é possível padronizar o tipo, a qualidade nem programar a quantidade de zooplâncton a ser coletado. Outro problema é que a produção do zooplâncton nativo depende muito de condições climáticas, sobretudo de insolação, que normalmente é reduzida no período chuvoso quando ocorre a maior concentração de desovas do pirarucu. Assim, considerando o elevado valor do pirarucu, o mais recomendado é que os juvenis recebam a Artêmia (ou outro alimento vivo produzido de forma controlada) na sua fase inicial de desenvolvimento até a transição para o alimento seco, o que geralmente leva de 10 a 15 dias, dependendo o tamanho inicial do animal.

Apesar do conhecimento sobre as necessidades nutricionais do pirarucu ser praticamente inexistente, ao exemplo de outras espécies carnívoras, o pirarucu tem respondido muito melhor às rações de alta palatabilidade (atratividade) que normalmente são elaboradas com uso de alguns ingredientes de origem animal (ex: farinhas de peixes, crustáceos e moluscos), que têm a tendência de serem substituídos em grande parte com o avanço das pesquisas na área de nutrição. Ensaio de campo têm indicado que a maioria das rações comerciais destinadas aos peixes carnívoros ainda não atendem às necessidades da espécie, gargalo que também só poderá ser solucionado com a intensificação das pesquisas.

Na parte da alimentação é importante destacar alguns aspectos do comportamento do pirarucu importantes para minimizar as perdas de alimento. Por ser um peixe predador e facilmente condicionado à ração, mesmo depois de “saciar a fome”, o pirarucu tende a continuar capturando a ração quando lançada na água, provavelmente estimulado pela competição entre os animais. Entretanto, pelo fato de estarem com o apetite saciado, muitos animais soltam a ração após a captura, o que invariavelmente resulta em desperdício de alimento. O cuidado em observar se os peixes estão realmente consumindo o alimento é especialmente importante na fase de juvenil, onde parte da ração extrusada afunda, podendo reduzir muito a eficiência produtiva, prejudicando também a qualidade da água. Outro aspecto muito importante é utilizar rações com granulação adequada (tamanho dos peletes), de forma que os peixes não sejam forçados a ingerir peletes excessivamente grandes, o que reduz o consumo de alimento e aumenta a desuniformidade do lote (vide tabela 3).

Tabela 3. Tamanhos de pelete recomendados por fase de crescimento do pirarucu
Table 3. Recommended pellet sizes for pirarucu

Peso médio (g)	Tamanho do pelete (mm)	Refeições / dia	Consumo em peso vivo/dia*
15 – 100	1 a 2	6 a 4	7 a 5%
100 – 500	2 a 4	4	5 a 4%
500 – 1.000	6 a 8	3	4 a 3%
1.000 – 5.000	8 a 10	3 a 2	3 a 2%
5.000 – 10.000	12 a 15	2	2 a 1%

* Consumo voluntário esperado de ração de alta palatabilidade e sob condições adequadas de qualidade de água

* Expected voluntary consumption of highly palatable feed under optimal water quality condition

0 mercado e o retorno econômico

A viabilidade econômica e as perspectivas de mercado tem sido frequentes dúvidas entre os interessados em investir na produção do pirarucu. Dentre muitas atividades econômicas, a piscicultura é considerada uma atividade com grau de risco médio-alto. E, quando se trata de espécies para as quais ainda não há tecnologia de produção bem definida, que é o caso de praticamente todas as espécies nativas, a produção do pirarucu representa uma atividade de risco ainda mais elevado. Porém, como qualquer atividade de alto risco, para que a mesma se torne interessante ao investidor, é necessário que esta apresente também boas perspectivas de ganho econômico e de crescimento de mercado, condicionantes atendidas pela produção do pirarucu. Os levantamentos de mercado realizados pelo SEBRAE

on the climate, especially sunlight, which is reduced during the rainy season when the majority of the pirarucu spawning occurs. Thus, considering the high market value of the pirarucu, the most recommended procedure is to use the Artemia (or other controlled source of live food) until the juveniles are trained to accept formulated diets, which lasts for 10 to 15 days, according to the initial size.

Despite the very limited knowledge available on the nutritional requirements of pirarucu, similarly to other carnivorous fish species, this fish has responded well to highly palatable diets containing animal protein meals (ex: fish, crustacean and mollusks), which tend to be mostly replaced by other sources as the research studies are developed. Many field trials have indicated that most commercial diets still do not meet pirarucu requirements, a problem to be also solved by R&D.

The pirarucu feeding behavior is also an important aspect to be observed in order to reduce feed losses. This predator is easily adapted to feed on artificial diets and even after meeting its satiation, the fish tend to continue to capture the feed offered, probably as a response to the stimulus to compete within the group. However, many animals tend to release the feed shortly after its capture, resulting in feed loss. Thus, feeding should be done observing carefully if the fish are consuming all feed offered, especially in the juvenile phase in which, part of the extruded feed may sink, resulting in lower production performance and compromising water quality. Other important aspect of feeding is to use adequate pellet size to avoid forcing the fish to ingest particles too large, which will reduce feed consumption and aggravate fish size variation within the group (see table 3).

Market and economical return

The economical feasibility and market perspectives are the most frequent inquiries amongst the producers interested in investing on the pirarucu production. It is important to remind that fish farming is considered a medium-high risk economical activity. Nevertheless, considering the production of species with restrict technology available, which is the case of almost all Brazilian native fish species, the production of pirarucu presents a risk even higher. As an example of any other choice of investment involving risk, in order to become attractive to an investor, it must present good profit prospective and potential for market expansion, requirements met by the pirarucu. The market surveys carried out by SEBRAE (Rondônia and Acre) to evaluate the consumer approval of pirarucu in Belém, Brasília, Curitiba, Recife, Rio Branco, Rio de Janeiro, São Paulo and Palmas indicated a high degree of approval of the farm raised pirarucu after trials in 50 restaurants (> 98% approval) and more than 1,500 consumers interviewed in grocery stores after sample trials (> 96% approval). The majority of the public interviewed affirmed to be interested in buying the product immediately. According to the consumers, the most prominent characteristics of pirarucu flesh are the excellent flavor, tenderness and succulence,

(Rondônia e Acre) sobre a aceitação do pirarucu nas cidades de Belém, Brasília, Curitiba, Recife, Rio Branco, Rio de Janeiro, São Paulo e Palmas, indicaram grande aceitação da carne do pirarucu produzido em cativeiro após degustações realizadas em 50 restaurantes (> 98% de aprovação) e mais de 1.500 consumidores entrevistados em supermercados (> 96% de aprovação), estando praticamente todos consumidores prontos para adquirir o produto de imediato. Ainda segundo os entrevistados, as características que mais destacaram o pirarucu degustado foram o excelente sabor, maciez e grande suculência, tendo sido considerado pescado nobre, com qualidade e preços comparáveis a peixes como o robalo, badejo, garoupa, pescada amarela, filhote, surubim, entre outros. Quando perguntados sobre a valoração do pirarucu, as respostas do mercado atacadista ao varejista variaram de R\$ 15,00 até 40,00/kg do filé. Outras informações relevantes levantadas nestes estudos foram:

- aproximadamente 65% dos consumidores entrevistados afirmaram gostar de peixes provenientes da piscicultura, 27% disseram ser indiferentes (avaliando mais a qualidade do produto do que sua origem) e 8% afirmaram ter preconceito contra o “peixe de criatório”;

- a presença de espinhas na carne do peixe foi citada como fator decisivo no consumo de pescados em todos os restaurantes entrevistados, bem como nos supermercados, exceto naqueles localizados na região Norte (Belém e Rio Branco), onde a população é habituada a consumir peixes de água doce contendo espinhas.

O risco do investimento na produção do pirarucu pode ser reduzido pelo uso de ferramentas tecnológicas aplicadas na produção de outras espécies, pela capacidade técnica e administrativa dos profissionais envolvidos e da capacidade de investimento do empreendimento para estabelecer uma escala mínima de produção e mercado, seja de forma individualizada ou em grupos organizados. Alguns parâmetros econômicos da produção do pirarucu são apresentados na tabela 4, a seguir.

Considerações finais

A principal barreira para a expansão da produção do pirarucu continua sendo a baixa oferta e elevado custo dos juvenis, resultado da falta de conhecimento sobre o controle da reprodução. Apesar dos avanços conseguidos nesta área nos últimos anos,

ainda não foi possível desenvolver uma técnica que permita produzir este insumo em larga escala. Por outro lado, o aumento do número de produtores de “alevinos” ou juvenis e o uso de melhores técnicas no manejo da produção tem contribuído para um sensível crescimento da oferta. Enquanto o setor aguarda ansiosamente o avanço das pesquisas nesta área, continua buscando maximizar a eficiência no aproveitamento das desovas naturais que vem conseguindo nas propriedades. ■

Diversos pratos à base de pirarucu foram criados por Chefs em diferentes capitais brasileiras
A diversity of pirarucu dishes were created by Chefs in different regions of Brazil



Tabela 4. Custo de produção do pirarucu até o peso de 10 kg, considerando diferentes cenários de preço de alevinos, ração e eficiência produtiva

Table 4. Production cost of pirarucu up to market size of 10 kg, considering different scenarios of fingerling and feed costs and production efficiency (US\$ 1.00 = R\$ 1.58)

Escala de produção*	Preço do juvenil (unidade)	Preço da ração (Por quilo)	Custo total do pirarucu (Por quilo)
Pequena	R\$ 15,00	R\$ 2,00	R\$ 7,63
Média	R\$ 10,00	R\$ 1,80	R\$ 6,00
Grande	R\$ 7,00	R\$ 1,60	R\$ 4,95

* Considerando a escala de compra dos insumos e diluição dos custos fixos atrelados à produção.
* Considering the scale for acquiring inputs and sharing the fixed costs related to the production.

while the fish quality and value were comparable to species, such as the robalo (similar to the sea bass), grouper, Brazilian spotted catfish, among other high value fishes. As far as the pirarucu market value is concern, the wholesale and retail markets mentioned a range from R\$ 15.00 to 40.00/kg of fillet (US\$ 9.50 to 25.00/kg). Some other relevant information on the market were also collected, such as:

- approximately 65% of the consumers declared to prefer the farm raised fish, 27% had no preference (choosing the fish by the quality regardless of its origin) and 8% stated that do not like farm raised fish;

- the presence of intramuscular bones was mentioned by all restaurants to be a decisive factor for the selection of fish by consumers, as well as in the grocery stores, except of those located in the Northern region of Brazil (Belem and Rio Branco) where the population habitually consume freshwater fish with bones in the flesh.

Managing the risk involved in producing pirarucu depends on the use of technological resources applied on the production of other fish species, the technical and managerial skills of the professionals and the financial capacity of the enterprise in establishing minimum production and market scales, either as a company or an organized group of producers. The major economical variables of the pirarucu production are presented in table 4.

Final considerations

The major constraint for the continuous expansion of the pirarucu production is still the limited availability and high price of fingerlings, as consequence of the lack of knowledge on the species controlled spawning. Despite the recent advances, the control over pirarucu reproduction is yet to be developed. On the other hand, the increase in number of fingerling producers and the adoption of better management practices have contributed for a slow and staidly increase on its offer. Producers continue to locate resources to maximize the efficiency in using the natural spawning while wait anxiously for the research to catch up. ■