

Revisão de Literatura: Exigências Nutricionais do Tambaqui – Compilação de Trabalhos, Formulação de Ração Adequada e Desafios Futuros



ISSN 1517-3135

Novembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 91

Revisão de Literatura: Exigências Nutricionais do Tambaqui – Compilação de Trabalhos, Formulação de Ração Adequada e Desafios Futuros

Jony Koji Dairiki

Thyssia Bomfim Araújo da Silva

Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM 010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
www.cpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*
Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Membros: *Edsandra Campos Chagas*
Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo
José Clério Resende Pereira
Kátia Emídio da Silva
Lucinda Carneiro Garcia
Maria Augusta Abtibol Brito
Maria Perpétua Beleza Pereira
Paulo César Teixeira
Rogério Perin
Ronaldo Ribeiro de Moraes
Sara de Almeida Rios

Revisor de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*
Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*
Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Capa: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Fotos da capa: *Neuza Campelo e Rodrigo Roubach*
1ª edição
1ª impressão (2011): 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Amazônia Ocidental.**

Dairiki, Jony Koji.

Revisão de literatura: exigências nutricionais do tabaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. / Jony Koji Dairiki e Thyssia Bomfim Araújo da Silva. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 44 p. - (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 91).

ISSN 1517-3135

1. Tabaqui. 2. Revisão de literatura. I. Silva, Thyssia Bomfim Araújo da. II. Título. III. Série.

CDD 639.3

Autores

Jony Koji Dairiki

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM,
jony.dairiki@cpaa.embrapa.br

Thyssia Bomfim Araújo da Silva

Engenheira de pesca, M. Sc. em Ciência Animal e Pastagens, Aquicultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP), Piracicaba, SP, thyssia_bomfim@hotmail.com

Apresentação

A produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) vem crescendo de forma considerável, motivando pesquisas em todas as áreas de conhecimento da espécie. No entanto, pouco ainda se sabe sobre as exigências qualitativas e quantitativas de nutrientes das espécies nativas utilizadas na aquicultura.

Em razão dos custos com alimentação de peixes e da importância do tambaqui para aquicultura brasileira, é necessário conhecer essas exigências nutricionais e envidar esforços para a elaboração e produção de rações balanceadas que permitam a máxima resposta produtiva, proporcionando saúde aos peixes confinados e minimizando os impactos ambientais.

Esta publicação vem ao encontro desses desafios, ao reunir informações disponíveis em artigos sobre exigências nutricionais do tambaqui, assunto de grande relevância quando se trata de melhor desempenho, aumento de produtividade e lucratividade. Traz ainda os resultados obtidos com ingredientes e quantidades utilizados em pesquisas e propõe alimentos alternativos que, além de ambientalmente corretos,

poderão melhorar a relação custo-benefício na composição de rações e estimular a geração de renda aos piscicultores e o aumento dessa fonte de proteína altamente saudável para a população.

Luiz Marcelo Brum Rossi
Chefe-Geral

Sumário

Revisão de Literatura: Exigências Nutricionais do Tambaqui – Compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros.....	9
A espécie.....	9
Alimentação.....	14
Nutrição.....	17
Alimentos alternativos.....	22
Formulação de ração adequada.....	25
Desafios futuros.....	30
Referências.....	31

Revisão de Literatura: Exigências Nutricionais do Tambaqui – Compilação de Trabalhos, Formulação de Ração Adequada e Desafios Futuros

Jony Koji Dairiki

Thyssia Bomfim Araújo da Silva

A espécie

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, (CUVIER, 1818) é um espécie de peixe da classe Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae. É originário da América do Sul, das bacias dos rios Amazonas e Orinoco. Atualmente, com o crescimento e desenvolvimento das pisciculturas, o tambaqui é criado e difundido em diversas regiões do Brasil e do continente sul-americano (GOMES e ARAUJO-LIMA, 2005; BRASIL, 2010). É uma espécie tropical considerada por muitos autores como o segundo maior peixe de escamas de água doce da América do Sul, atrás apenas do pirarucu, *Arapaima gigas*, (FISHBASE, 2010).

Na Bolívia e no Equador, o tambaqui é conhecido como “pacu”; no Peru, como “gamitana”; na Colômbia e na Venezuela é chamado de “cachama”, mas no primeiro país, em particular, é designado de “cachama negra”; e nos Estados Unidos, a espécie é denominada de “black pacu”, podendo atingir mais de um metro de comprimento e pesar até 30 kg (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998; SEVILLA e GUNTHER, 2000; ARAUJO-LIMA e GOMES, 2005; RUFFINO, 2005; SANTOS et al., 2006).

Dados do Fishbase (2010) registraram como recorde a captura de dois exemplares distintos, sendo que um dos animais pesou 40 kg e o outro mediu 108 cm. Na Coordenação de Pesquisas de Biologia Aquática (CPBA) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), um tambaqui de 115 cm e 44 kg foi doado pelo prefeito do Município de Maraã (a 635 quilômetros de Manaus); o animal foi capturado no Médio Solimões (OSSAME, 2010).

Apesar do alto grau de distribuição da espécie na região Norte do Brasil e nos corpos d'água dos países adjacentes à Amazônia Brasileira, foi comprovado, por meio de uma avaliação da diversidade genética em estoques de tambaquis de diferentes localidades, que houve baixa ou moderada diferenciação (distância genética) entre os indivíduos destas, não havendo evidências de perda de variabilidade genética significativa dos lotes estudados, mesmo com a prática de seleção intencional e do acasalamento entre parentais (JACOMETO et al., 2010). Na natureza, amostras de indivíduos de diversas localidades apresentaram alta variabilidade genética devido à reprodução por panmixia, ou seja, por acaso (SANTOS et al., 2007).

O tambaqui é um peixe de águas ricas em nutrientes, com temperaturas médias, entre 25 °C e 34 °C. Além disso, é capaz de resistir a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água ($\sim 1 \text{ mg L}^{-1}$). Em situações de hipoxia, o animal apresenta adaptação morfológica, que é o aumento do lábio inferior, chamado popularmente de “aiú”. Nessas condições, costuma nadar próximo à superfície para captar mais oxigênio. Essa simples estratégia pode contribuir para melhorar em até 30% o teor de oxigênio captado e distribuído por meio do sangue (ALMEIDA-VAL e VAL, 1995; MARCON et al., 1999; ARAUJO-LIMA e GOMES, 2005).

Na natureza, a espécie é encontrada preferencialmente em águas de cor preta (pH 3,8 – 4,9) e cor branca ou barrenta (pH 6,2 – 7,2). Em águas claras (pH 4,5 – 7,8), a ocorrência da espécie é nula ou pequena. Em um experimento que avaliou o desempenho e a sobrevivência de juvenis de tambaqui sob diferentes fotoperíodos, observou-se que animais mantidos sob total escuridão (simulando a condição natural de baixa

visibilidade dos rios e lagoas) apresentaram melhor desempenho do que os animais mantidos sob iluminação contínua, os quais apresentaram sinais evidentes de estresse (ARIDE et al., 2006).

Outra característica da espécie é a alta resistência a mudanças abruptas de pH, sendo que o melhor desempenho, constatado experimentalmente, foi inversamente proporcional ao aumento do pH da água. Animais mantidos em água ácida (4,0) apresentaram melhor desempenho e nenhuma alteração fisiológica (ARIDE et al., 2007).

A Amazônia contribui com 25% da produção de pescado nacional, sendo o Estado do Pará o principal produtor, capturando 18% do total do pescado nacional, e o Estado do Amazonas, o primeiro produtor em pesca continental (CABRAL JUNIOR e ALMEIDA, 2006). Na década de 1970, o desembarque de tambaqui oriundo da pesca extrativista correspondia a 45% do pescado comercializado em Manaus, porém, com o passar dos anos e com a alta exploração, o desembarque da espécie decresceu para apenas 10% em 1982. Atualmente mecanismos de controle dos estoques naturais de várias espécies, dentre elas o tambaqui, são utilizados na tentativa de preservação, por exemplo: (1) adoção do “tamanho mínimo de captura” – em relação ao tambaqui o tamanho mínimo é de 55 cm baseado em estudos de coleta de animais, sendo que, com esse tamanho, pelo menos 50% dos animais amostrados estavam preparados para a desova; (2) respeito ao período de “defeso” ou reprodutivo – para o tambaqui o período corresponde aos meses de novembro a março; (3) regras para determinadas práticas de pesca; (4) adoção de registros e licenças; e (5) intensificação da fiscalização (RUFFINO, 2005). Mesmo com todos esses esforços, existem claros indícios de sobrepesca da espécie e crescente mercado de exemplares imaturos, que são chamados popularmente de “roelo” ou “ruelo” (TERRAZAS et al., 2002; FREITAS et al., 2007).

A espécie é considerada “símbolo ictíico da floresta tropical” por possuir hábito alimentar onívoro, com predileção por frutos e sementes da floresta e estreita relação com estes, além de ser a principal espécie comercializada na região e a mais estudada pelos pesquisadores da área (ALMEIDA-VAL e VAL, 1995; ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998;

GOMES et al., 2003a). Possui alta aceitação no mercado, em razão de sua carne saborosa, que tem vida útil de 43 dias se conservada de forma correta entre camadas de gelo (ALMEIDA et al., 2006b).

É um animal pelágico que apresenta bom crescimento e hábito gregário (MEROLA e SOUZA, 1988; ARAÚJO et al., 2004; GOMES et al., 2004; SIQUEIRA-SOUZA et al., 2006). A tecnologia de produção de alevinos da espécie está bem consolidada (GOMES et al., 2003b; BRANDÃO et al., 2004; JACOMETO et al., 2010). Em piscicultura, ele é reproduzido após indução hormonal, e as fêmeas podem produzir milhões de ovos em uma única desova total (VIEIRA et al., 1999; SEVILLA e GUNTHER, 2000). Os primeiros trabalhos científicos com a espécie datam da década de 1970 (MEROLA e PAGÁN-FONT, 1988; CAMARGO et al., 1998). Atualmente já foram realizados e publicados testes de diferentes anestésicos, produtos terapêuticos, probióticos e enzimas digestivas exógenas para a espécie (GOMES et al., 2001; GOMES et al., 2003a; ARAÚJO et al., 2004; FAÇANHA e GOMES, 2005; ROUBACH et al., 2005; CHAGAS et al., 2006; NUNES et al., 2006; SILVA et al., 2006; CARVALHO et al., 2009).

No Amazonas, em 2003, estimou-se a existência de 411 piscicultores com as seguintes espécies criadas: tambaqui (693 ha), matrinxã, *Brycon amazonicus*, (27 ha) e pirarucu, *A. gigas*, (21 ha). No estado, destaca-se a estação de piscicultura em produção de Balbina (Município de Presidente Figueiredo) e pisciculturas localizadas em Manaus, Manacapuru, Itacoatiara e Rio Preto da Eva. Na região Norte, também destacam-se na produção de tambaqui os estados de Rondônia (área de produção de 600 ha, aproximadamente 800 piscicultores, nos municípios de Porto Velho, Ariquemes, Ouro Preto D'Oeste e Rolim de Moura), Acre (Sena Madureira, Brasiléia, Assis Brasil, Epitaciolândia, Xapuri, Santa Rosa, Manuel Urbano e Rio Branco) e, em menor escala, Roraima (Boa Vista) (SUFRAMA, 2003).

De acordo com os dados estatísticos da produção de tambaqui no País, pode-se observar um contínuo crescimento, partindo de 8 mil toneladas em 1994 e atingindo 46 mil toneladas em 2009. Entre os anos de 2003 e 2009, a produção cresceu 123%, com taxa média anual de 14%.

Hoje a produção de tambaqui representa 14% do total de pescado proveniente da piscicultura continental. No Estado do Amazonas, o pescado oriundo da aquicultura corresponde a 10.234,7 mil toneladas, e grande parte dessa produção é constituída pela criação e engorda de tambaquis em viveiros escavados (BRASIL, 2010).

Atualmente a produção de tambaquis é realizada em viveiros semiescavados, com fundo de argila. Esse sistema, em comparação com o de barragem, apresenta algumas vantagens, como: maior produção de biomassa por unidade de volume, menor probabilidade de surgimento de patologias, maior rapidez na operação de despesca, facilidade de arraçoamento, maior observação dos peixes, entre outras (MARINHO-PEREIRA et al., 2009). De cada cinco tambaquis consumidos hoje, quatro são oriundos da aquicultura, ou produção em cativeiro (JACOMETO et al., 2010).

O tambaqui é a principal espécie nativa produzida em âmbito nacional; apenas a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, e a carpa comum, *Cyprinus carpio*, – duas espécies exóticas – superam o tambaqui em escala de produção (CRESCÊNCIO, 2005; IBAMA, 2007; JACOMETO et al., 2010; MARIA et al., 2010; BRASIL, 2010). Trabalhos de referência para definir o atual sistema de criação de tambaqui adotado na região amazônica foram propostos por Melo et al. (2001) e Izel e Melo (2004), cujas informações estão publicadas na íntegra em uma série da Embrapa intitulada “Documentos”.

A criação de tambaqui é dividida basicamente em três fases: larvicultura, produção de juvenis e engorda. Na larvicultura, os peixes são criados da eclosão até o peso médio individual (PMI) de 0,5 a 1 g durante 30 a 45 dias; a produção de juvenis, que é a próxima etapa, dura cerca de 60 dias, e o PMI dos peixes fica entre 40 g e 50 g. Por fim, na engorda, o tempo é variável, pois depende do peso de abate. Em viveiros escavados, a densidade inicial de estocagem é de 10 peixes por m² na recria e, na fase final (engorda), de 1 kg de peixe por m² (SUFRAMA, 2003). Para tanques-rede, a densidade de estocagem utilizada normalmente é de 150 peixes por m³, mas varia de acordo com o tamanho e o peso dos peixes (MEROLA e SOUZA, 1988; GOMES et al., 2006).

Segundo Cabral Junior e Almeida (2006), nas regiões ribeirinhas da várzea amazônica, onde a pesca de subsistência é a base alimentar, o consumo per capita chega a mais de 100 kg de pescado por ano. Na zona urbana da Amazônia, entretanto, o consumo decresce para 9 kg por habitante/ano devido à introdução de outros tipos de carne e alimentos. Dados atuais do Ministério da Pesca e Aquicultura apontam um crescimento de 39,78% no consumo de pescado pelo brasileiro entre os anos de 2003 e 2009. O consumo passou de 6,46 kg para 9,03 kg por habitante/ano (ANUÁRIO DO AGRONEGÓCIO, 2010). Sendo assim, a produção de organismos aquáticos, em especial a de tambaquis, torna-se imprescindível para manter e alavancar o consumo dessa fonte de proteína saudável, enaltecida por toda a população mundial.

Alimentação

Como particularidades da espécie, a presença de dentes molares e afiados possibilita ao tambaqui consumir frutos e sementes, mesmo que estes estejam protegidos e recobertos com cascas fibrosas e duras. Além disso, a espécie possui número elevado de rastros branquiais que viabilizam o processo de filtração de zooplâncton. O tambaqui é um peixe que aproveita eficientemente o zooplâncton, mesmo quando se trata de peixe adulto (VIDAL JUNIOR et al., 1998). Sua bexiga natatória é dividida em duas câmaras, sendo que a anterior é maior, cuja função é ajudar o peixe a se estabilizar enquanto se alimenta na posição diagonal próximo à superfície. Por fim, um tambaqui adulto pode ter até 75 cecos pilóricos em seu trato gastrointestinal (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998).

O tambaqui possui um perfil de enzimas para cada seção do trato gastrointestinal. Observaram-se predominância e aumento de proteases no estômago de indivíduos alimentados com alto nível de proteína (35%). As lipases e amilases, enzimas exógenas, foram observadas em todo o trato, mas detectou-se que os cecos pilóricos são os principais produtores da amilase – outra particularidade da espécie. Observou-se, ainda, que o tambaqui possui alto poder de adaptação, podendo mudar o perfil enzimático do trato gastrointestinal de acordo com a qualidade do alimento ingerido. Isso explica a rusticidade do animal ao aceitar

diversos tipos de alimentos com diferentes composições centesimais, em especial alimentos fibrosos e com quantidade elevada de carboidratos (ALMEIDA et al., 2006a).

A amilase e lipase influenciaram o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui nos níveis de inclusão na ração de 0,05% e 0,2%, respectivamente. A adição de protease exógena não influenciou o desempenho de juvenis em nenhum dos níveis de inclusão testados na ração (NUNES et al., 2006). Por meio de técnicas de recombinação genética e mutações, a biotecnologia produz, de forma industrial, enzimas específicas utilizando diversos tipos de fungos, bactérias e plantas. Dentre estas, destacam-se as enzimas digestivas exógenas, que auxiliam na digestibilidade, inclusive, de alimentos de difícil digestão e com níveis elevados de carboidratos e proteínas de origem vegetal. Além disso, o complexo multienzimático constituído de amilase, protease, celulase e lipase, quando adicionado às rações de tambaqui, pode melhorar a digestibilidade aparente e conseqüentemente o aproveitamento dos nutrientes e da energia bruta, diminuindo, dessa forma, os teores de nutrientes dos dejetos, resultando em menor impacto sobre a qualidade da água dos efluentes (SILVA et al., 2007a).

Tambaquis alimentados com dietas isoproteicas (28% de PB) e isocalóricas (3.300 kcal kg⁻¹) com diferentes níveis de inclusão de amido de milho (30%, 40% e 50%) apresentaram mudanças no perfil enzimático do trato gastrintestinal conforme alterou-se a relação proteína/carboidrato da ração. Detectou-se aumento da produção de amilase e maltase nos níveis de inclusão de 40% e 50% de amido de milho. Peixes alimentados com inclusão de 40% apresentaram bom desempenho aliado à qualidade de carcaça – sem deposição de gordura visceral pelo processo de lipogênese – e otimização da capacidade de substituição da proteína pelo carboidrato (CORRÊA et al., 2007).

Gomes e Silva (2009), por meio da análise do conteúdo estomacal de peixes criados em sistemas de produção em viveiros escavados, observaram a predominância dos seguintes alimentos consumidos pelo tambaqui: ração para peixes, insetos (larvas de mosca), zooplâncton (cladóceros e copépodos) e material vegetal (macrófitas submersas fixadas no sedimento). Muitos autores consideram o tambaqui um peixe

de hábito alimentar onívoro com tendência a herbívoro, filtrador e frugívoro (NUNES et al., 2006; SILVA et al., 2007b). Considerando uma temperatura da água entre 29 °C e 30 °C, o tempo de esvaziamento do tubo digestivo de tambaquis foi de 25 horas, segundo Vidal Junior et al. (2004).

A disponibilidade de frutas e sementes, alimentos importantes na Bacia Amazônica, é devida à presença de grandes florestas resistentes à asfixia sazonal nas planícies alagáveis. A maioria das espécies de árvores da várzea frutifica durante a enchente, dispersando suas sementes por meio da água ou dos próprios peixes (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998). Os peixes comedores de frutas e sementes, na Amazônia, pertencem exclusivamente aos caracídeos e a alguns gêneros dos siluriformes. No caso específico do tambaqui, conforme mencionado, suas preferências dietéticas mudam de zooplâncton a sementes e frutas, à medida que o peixe cresce.

Alguns frutos e/ou sementes consumidos pelo tambaqui são provenientes das seguintes árvores: embaúba, *Cecropia* sp. (Moraceae); munguba, *Pseudobombax munguba* (Bombacaceae); capitari, *Tabebuia barbata* (Bignoniaceae); taquari, *Mabea* sp. (Euphorbiaceae); tarumã, *Vitex cymosa* (Verbenaceae); seringa barriguda, *Hevea sprunaceana* (Euphorbiaceae); seringa, *Hevea brasiliensis* (Euphorbiaceae); jauari, *Astrocaryum jauari* (Palmae); abio, *Neolabatia* sp. (Sapotaceae); supiarana, *Alchornea schomburgkiana* (Euphorbiaceae); piranheira, *Piranhea trifoliata* (Euphorbiaceae); castanharana, *Eschweilera* sp. (Lecythidaceae); arapari, *Macrolobium acaciifolium* (Leguminosae); jenipapo, *Genipa americana* (Rubiaceae); cachinguba, *Ficus* sp. (Moraceae); goiaba araçá, *Eugenia inundata* (Myrtaceae); araçá, *Myrcia fallax* (Myrtaceae); e cramuri, *Gymmoluna glabrescens* (Sapotaceae) (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998).

Por meio de análises do conteúdo estomacal de tambaquis coletados da natureza durante nove meses, Silva et al. (2003b) afirmaram que a espécie pode consumir frutos e sementes de até 133 espécies de plantas e árvores, especialmente em época de enchente – cheia dos rios. A espécie é capaz de triturar os mais variados tipos de fruto. As drupas são trituradas para o aproveitamento de suas amêndoas, as

cápsulas liberam as sementes, que caem na água e são consumidas; no caso das bagas, a região com melhor aproveitamento é o mesocarpo, que pode ser ingerido com as sementes. Alguns tipos de semente, após a passagem pelo trato digestivo, permanecem intactos e mantêm o potencial germinativo, sendo elemento de dispersão à longa distância.

O tambaqui pode ser criado em diversos sistemas de produção, cada qual com suas particularidades, rentabilidades e finalidades, desde as formas mais simples, como o policultivo com outra espécie, como o jaraqui (*Semaprochilodus insignis*), e o aproveitamento de produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar (GUIMARÃES e STORTI FILHO, 2004); o policultivo mais complexo, realizado com mais de uma espécie, como em conjunto com a carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), o curimatá (*Prochilodus marggravi*) (Hancz, 1993), o pacu (*Mylossoma* sp.), o jaraqui (*Semaprochilodus* sp.) e a matrinxã (*B. amazonicus*) (WERDER e SAINT-PAUL, 1979); o policultivo com carpa comum (*Cyprinus carpio*), tilápia do Nilo, consorciado com pato comum (*Cairina moschata*) (MAVIGNIER et al., 1995), até a produção intensiva em viveiros escavados (principalmente), barragens e tanques-rede, sendo a utilização de rações completas e balanceadas essenciais para o sucesso da criação.

Nutrição

A viabilidade de qualquer empreendimento aquícola depende da nutrição, já que cerca de 50% a 70% dos custos totais da produção estão relacionados com a alimentação e nutrição dos organismos aquáticos. Sendo assim, fazem-se necessárias: a determinação das exigências nutricionais, a busca por alimentos alternativos e econômicos, a formulação de rações completas para o sucesso e a sustentabilidade da produção, em especial do tambaqui. A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes também é de suma importância para a formulação de dietas baseadas em valores digestíveis. Com base nos valores de digestibilidade de diversos ingredientes, é possível formular rações completas, econômicas e sustentáveis. Pode-se determinar a digestibilidade por meio do método indireto de coleta de fezes com o uso de marcadores externos – como o óxido crômico (Cr_2O_3) e o

carbonato de bário –, dos métodos diretos de coleta com marcadores internos – como a cinza insolúvel em ácido, cinza insolúvel em detergente ácido, fibra bruta e fibra detergente ácido – ou pelo uso de isótopos estáveis (carbono: $\delta^{13}\text{C}$) e espectrômetro de massa (VIDAL JUNIOR et al., 2004; SILVA et al., 2007a; NWANNA et al., 2008 e OLIVEIRA et al., 2008).

A proteína é um macronutriente fundamental na dieta de peixes, pois a partir dela os animais podem obter os aminoácidos essenciais (OISHI et al., 2010; SANTOS et al., 2010). A quantidade de proteína ingerida diminui conforme o crescimento do peixe. Em larvas, a exigência está em torno de 42% e decresce para até 20% quando o peixe alcança a idade adulta. De forma inversa, a quantidade de carboidratos e lipídeos consumidos aumenta quando o peixe é adulto. Peixes adultos exigem uma dieta com 23 kJ g^{-1} de alimento seco consumido, enquanto que a dieta de peixes jovens é de apenas $19 - 20 \text{ kJ g}^{-1}$ (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998; ARAUJO-LIMA e GOMES, 2005). Merola e Cantelmo (1987) determinaram a exigência proteica de juvenis de tambaqui (peso médio inicial de 30 g) em 30%, porém esse valor coincidiu com o tratamento com menor nível proteico testado e, portanto, poderia estar superestimado. Em outro experimento, determinou-se a exigência de 25,01% de proteína bruta para juvenis de peso semelhante (entre 30 g e 250 g). Níveis mais elevados de inclusão propiciaram uma redução da eficiência proteica e do valor produtivo da proteína (VIDAL JUNIOR et al., 1998).

Macedo (1979) testou quatro rações com diferentes teores de proteína bruta (14%, 18%, 22% e 26%) e nível calórico em torno de 3.200 kcal de energia metabolizável (EM)/quilograma. De acordo com os dados de desempenho obtidos, pode-se inferir que, no início do período de crescimento, o tambaqui apresentou ótimo desenvolvimento com a dieta contendo 23% de proteína bruta e, posteriormente, esse teor pode ser gradativamente reduzido até o nível de 18%, sem prejuízo do crescimento.

A otimização dos níveis proteicos da dieta, juntamente com o aumento da retenção de nutrientes pelos peixes, pode diminuir as perdas de nitrogênio e os custos de produção. A proteína em excesso pode ser

catabolizada e eliminada na forma de amônia pelas brânquias dos peixes e causar sérios problemas, pois o nitrogênio é considerado a principal fonte de poluição, podendo resultar em elevada eutrofização, produzindo compostos tóxicos aos peixes e, no caso de predomínio de cianobactérias, prejudicar as características organolépticas da carcaça por provocar o “*offflavor*” ou o popularmente conhecido “gosto de barro”. A amônia excretada pelo tambaqui representa aproximadamente 87,4% do nitrogênio excretado (ISMINO-ORBE et al., 2003). A redução em 5% do nível de proteína da dieta (25% para 20%) gerou uma diminuição de 28,4% na excreção de amônia em juvenis de tambaqui. A suplementação de lisina (5% da proteína na ração) e metionina (3% da proteína na ração) sintéticas não influenciou na redução da excreção de amônia (BRANDÃO et al., 2009).

Em estudo recente, Santos et al. (2010) determinaram que a exigência proteica de juvenis de tambaqui ($50,3 \pm 0,26$ g) é de 36% – com maior incremento de proteína corporal e melhor desempenho zootécnico – e a melhor relação energia digestível: proteína bruta é de $9,5 \text{ kcal g}^{-1}$. Os autores constataram que o tambaqui apresenta ganho compensatório após período de privação alimentar de 15 dias. Os peixes em geral, durante o período de jejum, mantêm os processos vitais e essenciais por meio de reservas energéticas endógenas, resultando em perda de peso. Esse fato acontece em vários órgãos, especialmente no fígado, que desempenha papel central no metabolismo (síntese de glicogênio). Algumas espécies preservam os estoques de glicogênio no fígado, enquanto grandes quantidades de lipídeos são mobilizadas. Já em outras espécies, os estoques de glicogênio são conservados, enquanto as proteínas corporais são mobilizadas. Após o período de privação alimentar, os peixes desenvolvem mecanismos capazes de reverter processos de mobilização das reservas para suprir o catabolismo.

A energia exigida pelos peixes tem variação intra e interespecífica. Animais jovens exigem mais energia do que animais adultos. Como particularidade, os peixes em geral exigem menor quantidade de energia para manutenção do que os animais homeotérmicos, que precisam manter a temperatura corporal constante. Além disso, por excretar praticamente a fração nitrogenada na forma de amônia, os peixes não

gastam energia como os mamíferos, anfíbios, aves e répteis, cujos processos de eliminação de ureia e ácido úrico envolvem a utilização de energia proveniente dos alimentos e/ou das reservas corporais. O nível de 3.300 kcal de EM/quilograma da dieta de tambaquis dos 30 g aos 180 g de peso vivo proporcionou os melhores resultados de ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de deposição de proteína na carcaça. A relação energia:proteína que melhor se ajustou à faixa de peso estudada foi de 12,5 a 13,75 kcal de EM/ grama de proteína (CAMARGO et al., 1998).

A taxa e a frequência de alimentação variam de acordo com o sistema de produção empregado, mas normalmente a quantidade de ração diária fornecida a juvenis de tambaqui corresponde a 3% da biomassa de peixe, e o arraçoamento pode ser fracionado em duas refeições diárias. Além disso, observou-se que o alto nível de fibras não interfere no tempo de permanência do alimento no trato digestivo, atribuindo-se essa característica como estratégia adaptativa da espécie para o melhor aproveitamento dos alimentos obtidos no meio ambiente (MEROLA e CANTELMO, 1987; CAMARGO et al., 1998; VIDAL JUNIOR et al., 1998; MORI-PINEDO et al., 1999; TERRAZAS et al., 2002; ISMINO-ORBE et al., 2003; OLIVEIRA, 2003; ALMEIDA et al., 2006a).

Silva et al. (2000), em estudo acerca do conteúdo digestivo de tambaquis ao longo do ano, observaram que o percentual de fibra bruta no quimo manteve-se normalmente acima de 10% e chegou até 20%, devido ao hábito alimentar dessa espécie, que está adaptada ao consumo de frutos e sementes. A quantidade de fibra bruta pode interferir no aproveitamento de determinado alimento ou ração pelos peixes. Por isso, níveis acima de 7% não são recomendados, mas para o tambaqui e outros caracídeos essa regra não se aplica. O farelo e o farelinho de trigo são ingredientes tradicionais, mas devido ao alto nível de fibra na composição centesimal, aproximadamente 9,9% e 8%, respectivamente, apresentam baixa digestibilidade e não são aproveitados eficientemente pelos peixes. Alternativas como a mandioca (*Manihot sculenta*), cozida ou crua, a banana da terra (*Musa paradisiaca*) e a pupunha (*Bactris gasipaes*) podem substituir as fontes citadas acima e prover uma quantidade satisfatória de energia (LOCHMAN et al., 2009).

Os peixes absorvem os minerais exigidos para manutenção e crescimento diretamente da água (cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, zinco, cobre e selênio). Muitos desses macro e microminerais não são absorvidos em quantidades suficientes e, portanto, precisam ser suplementados na dieta. O ferro é um exemplo típico de mineral importante para a formação da hemoglobina, mioglobina, transferrina, ferritina, entre outros, por isso precisa ser adicionado à ração do tambaqui. Constatou-se anemia microcítica em juvenis de tambaqui alimentados com dieta deficiente em ferro (ARIDE et al., 2010). Quanto ao cobre, se administrado em excesso, pode se tornar tóxico e afetar a homeostase do sódio (Na^+) corporal, inibindo a passagem desse elemento pelas brânquias. A toxicidade por metais em peixes é mais severa em águas moles (baixa dureza) devido à baixa disponibilidade de cátions (Ca^{2+}), que são primordiais para o processo de homeostase. As águas naturais da Bacia Amazônica são tipicamente moles devido à geoquímica local e, portanto, o risco de toxidez em tambaquis pelo excesso de cobre é possível e iminente (MATSUO et al., 2005).

As vitaminas ou aminas vitais são exigidas em pequenas quantidades pelos peixes, necessitando muitas vezes serem suplementadas na ração desses animais, e estão divididas em dois grupos, de acordo com a solubilidade: as lipossolúveis (A, D, E e K) e as hidrossolúveis (B1: tiamina; B2: riboflavina; B5: ácido pantotênico; B6: piridoxina; B9: ácido fólico; B12: cobalanina; niacina; biotina; C: ácido ascórbico; entre outros) (PEZZATO et al., 2004). As vitaminas lipossolúveis são armazenadas no fígado; no tambaqui, descobriu-se elevada concentração de vitamina A₁: retinol e A₂: dehidroretinol (MARX e MAIA, 1985). Porém as hidrossolúveis precisam ser suplementadas diariamente, pois não são armazenadas (PEZZATO et al., 2004). A vitamina C, ou ácido ascórbico, é essencial para os peixes, pois ela não é sintetizada devido à ausência da enzima L-gulonolactona oxidase, que é necessária para promover a oxidação do ácido ascórbico (FRACALOSSO et al., 2001). Atualmente é prática comum nas fábricas de ração a suplementação de todos os minerais e vitaminas por meio da inclusão de núcleos ou premixes minerais e vitamínicos.

Chagas e Val (2003), após dez semanas de observação, concluíram que juvenis de tambaqui alimentados com a dieta experimental com maior nível de inclusão de ácido ascórbico (500 mg kg^{-1}) apresentaram melhor

desempenho zootécnico, se comparados com animais controle (ausência de vitamina C na dieta), cujos sinais característicos da deficiência, detectados, foram anemia (redução nos valores de hematócrito e no número de eritrócitos) e alteração nos parâmetros hematimétricos. Os autores determinaram, por fim, a exigência de 100 mg de ácido ascórbico por kg de ração para juvenis de tambaqui, o que garantiu desempenho satisfatório e manutenção da homeostase do organismo. Os autores não observaram sinais visíveis de deficiência de vitamina C, como lordose e escoliose, erosão das nadadeiras, hemorragia, entre outros. A inclusão de vitamina C também pode reduzir os efeitos negativos da exposição de juvenis de tambaqui a condição aguda de hipoxia (CHAGAS e VAL, 2006).

As vitaminas lipossolúveis D e E são essenciais para a espécie, fato comprovado pelos trabalhos realizados por Mendes (2000) e Aride (2003). Juvenis de tambaqui que receberam dieta deficiente em vitamina D apresentaram pior ganho de peso, baixos níveis de fósforo plasmático, cinzas e fósforo dos ossos, além de sinais de hipercalcemia nos primeiros 30 dias e posterior redução nos níveis de cálcio ao final do período experimental. A inclusão das vitaminas E, C e de Fe na ração experimental propiciou melhor condição fisiológica dos juvenis de tambaqui e concomitantemente melhor desempenho zootécnico.

Alimentos alternativos

As condições de solo da Amazônia, de forma geral, não propiciam a produção em massa de grandes plantações de grãos. Dessa forma, a disponibilidade regional de ingredientes convencionais para a formulação de rações é escassa ou inexistente. Muitas dessas fontes são “importadas” de outras regiões, com alto custo de transporte, o que onera a produção de rações e, por fim, o custo de produção dos peixes (NWANNA et al., 2008). Uma das alternativas para baratear os custos seria o uso de ingredientes regionais introduzidos na formulação das rações, porém são necessários estudos de nutrição completos que elucidem o real aproveitamento dessas fontes alternativas pelos peixes (TERRAZAS et al., 2002; SILVA et al., 2003a). Ademais, a farinha de peixe – ingrediente caro e não sustentável – precisa ser substituída, na composição das rações para peixes, por fontes alternativas vegetais mais econômicas e ambientalmente corretas (SILVA et al., 2007a). Por

exemplo, ela pode ser substituída com sucesso pela farinha de resíduo de frango em rações para tambaqui. O fornecimento dessas duas fontes de origem animal, em conjunto, propiciou melhor desempenho produtivo (TERRAZAS et al., 2002). Alguns alimentos alternativos já utilizados na alimentação de tambaqui foram: açaí (caroço e casca), alface, araçá-boi, couve, fruta-pão (semente cozida), jambo, mamão, mandioca (raspas e subprodutos), maxixe, pepino, pupunha (polpa cozida), quiabo, repolho e tomate (GUIMARÃES e STORTI FILHO, 2004). Mas vale a pena ressaltar que muitos desses alimentos são inviáveis como ingredientes em uma ração balanceada, especialmente pelo preço, pela falta de escala de produção e inviabilidade do processamento nas máquinas extrusoras de ração.

O uso de ingredientes de disponibilidade regional, como o farelo de babaçu (20% de proteína bruta; 4,6% de extrato etéreo; 18,8% de fibra bruta; 5,4% de matéria mineral; 0,07% de cálcio e 0,18% de fósforo disponível), pode contribuir para a redução dos custos de produção, para movimentar a economia local e diminuir a dependência dos aquicultores pelos ingredientes tradicionais. Em experimento com diferentes níveis de inclusão de farelo de babaçu, determinou-se que a inclusão de 12% desse ingrediente não influenciou negativamente o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui. Houve apenas redução no índice hepato-somático à medida que aumentou a inclusão do ingrediente. Os autores atribuíram essa tendência a possível presença de fatores antinutricionais no farelo (LOPES et al., 2010).

Outros ingredientes testados e considerados interessantes substitutos das fontes tradicionais de energia, lipídeo e carboidrato são: a mandioca (*M. sculenta*); a banana da terra (*Musa paradisiaca*); a pupunha (*Bactris gasipaes*); as sementes de seringueira (*Hevea* sp.), do arroz selvagem (*Oryza* spp.), da munguba (*Pseudobombax munguba*), da abóbora (*Cucurbita morchata*); e os frutos catoré (*Crataeva benthani*), camucamu (*Myrciaria dúbia*), acerola (*Malpighia emarginata*), jenipapo (*Genipa americana*) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*). Esses ingredientes podem substituir o farelo de trigo – um ingrediente que precisa ser adquirido em outras regiões e por isso tem valor acentuado (ROUBACH, 1991; ROUBACH e SAINT PAUL, 1994; OLIVEIRA, 2005; ANSELMO, 2008; SOARES e SOUZA, 2008; LOCHMANN et al., 2009).

Nwanna et al. (2008) avaliaram dois subprodutos na alimentação de juvenis de tambaqui: a farinha de castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*) – alimento rico em ácidos graxos essenciais, aminoácidos, zinco, vitamina A e E, e selênio – e a farinha de folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*). As folhas são altamente digestíveis (60% a 70%) e sua composição centesimal com base na matéria seca é: 21% de proteína bruta, 18% de fibra bruta e 8% de matéria mineral. Os resultados da inclusão desses subprodutos mais a suplementação da enzima fitase (4 mil unidades de fitase ativa por quilo) foram promissores. A fitase promoveu melhora no aproveitamento desses subprodutos – comprovada pela digestibilidade – e conseqüentemente melhor desempenho dos animais alimentados com essa dieta. A farinha de castanha-da-amazônia foi considerada um ótimo ingrediente, pela elevada quantidade de fósforo disponível e pelo balanço adequado de aminoácidos. Oishi (2007) propôs nível máximo de inclusão de 30% da farinha de resíduo de castanha-da-amazônia em dietas para a espécie.

Farinhas a partir do fruto de januari (*Astrocaryum jauari*) e embaúba (*Cecropia* sp.) e das sementes de munguba (*Pseudobombax munguba*) e de seringa barriguda (*Hevea spruceana*) foram testadas em juvenis de tambaqui para a determinação da digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. A incorporação de frutos e sementes alterou significativamente os teores de nutrientes e os coeficientes de digestibilidade, bem como o tempo de trânsito do alimento. Alimentos fibrosos, como a embaúba e o januari, apresentaram pior digestibilidade. Considerando a temperatura diária de 28 °C e 29 °C, a velocidade de trânsito das dietas no trato gastrointestinal variou entre 6 horas para embaúba e até aproximadamente 9 horas para munguba (SILVA et al., 2003a).

Outro ingrediente alternativo interessante é a farinha de pupunha (3,5% PB; 27% EE; 0,9% cinzas; 3,8% FB; 23,6% CHO e 3.514 kcal EB), a qual pode substituir completamente o fubá de milho das dietas para juvenis de tambaqui sem prejudicar o desempenho zootécnico e a composição corporal. A farinha de pupunha é caracterizada pela razoável quantidade de proteína, lipídeos, β caroteno e amido (MORI-PINEDO et al., 1999).

O grande entrave para a viabilidade do uso de alimentos alternativos e regionais se deve a fatores como sazonalidade da produção, distribuição não uniforme das espécies florestais, ausência de sistemas produtivos estabelecidos para a maioria das espécies, elevado preço de mercado de determinados produtos na safra, além do limitado conhecimento sobre a eficiência nutricional e o aproveitamento desses produtos pelos peixes. Surge daí a eminente necessidade de estudos relacionados com a nutrição, bem como a determinação de níveis máximos e econômicos e a digestibilidade desses ingredientes (GUIMARÃES e STORTI FILHO, 2004).

Formulação de ração adequada

Nas Tabelas 1 e 2, são apresentadas formulações de ração para a fase de recria e engorda, respectivamente. Tais formulações foram baseadas nas exigências nutricionais citadas por Melo et al. (2001). Pelo fato de os preços dos ingredientes sofrerem oscilações frequentes, os valores citados podem estar desatualizados.

Tabela 1. Formulação de ração para a fase de recria do tambaqui.

Ração Tambaqui (Fase de Recria)			
Composição alimentar			
Alimento	Quantidade (%)	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Farelo de soja (45%)	35,68	0,79	28,19
Farinha de vísceras de ave	19,12	1,10	21,03
Milho moído	15,58	0,48	7,40
Óleo de soja	10,50	2,16	22,68
Amido de milho	10,00	1,00	10,00
Farinha de peixe (55%)	6,00	3,74	22,44
Premix mineral	1,00	20,98	20,98
Premix vitamínico	1,00	20,98	20,98
Fosfato bicálcico	1,00	0,80	0,80
Sal comum	0,10	0,38	0,04
BHT	0,02	8,36	0,17
Total	100,00		154,70

Tabela 1. Continuação.

Custo por kg: R\$ 1,55		
Atendimento das Exigências Nutricionais		
Nutriente	Unidade	Quantidade
Amido	%	23,31
Cinzas	%	5,72
Energia digestível	Mcal kg ⁻¹	3,50
Fibra bruta	%	2,73
Gordura	%	14,09
Proteína bruta	%	32,00

Dados obtidos de Rostagno (2005); Exigência Nutricional (MELO et al., 2001).

Tabela 2. Formulação de ração para a fase de engorda do tambaqui.

Ração Tambaqui (Fase de Engorda)			
Composição alimentar			
Alimento	Quantidade (%)	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Farelo de soja (45%)	48,96	0,79	38,68
Farelo de trigo	9,79	0,50	4,90
Milho moído	15,00	0,48	7,13
Amido de milho	13,13	1,00	13,13
Farinha de peixe (55%)	5,00	3,74	18,70
Óleo de soja	5,00	2,16	10,80
Premix mineral	1,00	20,98	20,98
Premix vitamínico	1,00	20,98	20,98
Fosfato bicálcico	1,00	0,80	0,80
Sal comum	0,10	0,38	0,04
BHT	0,02	8,36	0,17
Total	100,00		136,29

Tabela 2. Continuação.

Custo por kg: R\$ 1,36		
Atendimento das Exigências Nutricionais		
Nutriente	Unidade	Quantidade
Amido	%	30,41
Cinzas	%	6,30
Energia digestível	Mcal kg-1	3,00
Fibra bruta	%	4,10
Gordura	%	6,87
Proteína bruta	%	28,00

Dados obtidos de Rostagno (2005); Exigência Nutricional (MELO et al., 2001).

Nas Tabelas 3 e 4, são apresentadas modificações na formulação das rações descritas anteriormente e a possível inclusão do feijão-caupi em substituição à farinha de peixe, que é o principal ingrediente não sustentável da aquicultura mundial.

No período de 2006 a 2010, a Embrapa Amazônia Ocidental participou da geração e do lançamento de seis novas cultivares de feijão-caupi para o cultivo na região, sendo elas: BRS Nova Era, BRS Cauame, BRS Potengi, BRS Arace, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique. A cultivar BRS Xiquexique destacou-se por apresentar, em média, 77 mg de ferro e 53 mg de zinco por quilo, ou seja, o dobro da quantidade que os demais feijões, e foi considerada um alimento biofortificado. Ainda, foram recomendadas as cultivares BRS Guariba, BRS Tracuateua e BRS Paraguaçu (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2010).

O feijão-caupi reúne diversas características positivas: (1) é um alimento proteico com aproximadamente 25% de proteína bruta; (2) é uma leguminosa cultivada na região Norte; (3) pode ser plantado em terra firme ou várzea, entre outras. Com essas qualidades, pode se tornar um potencial ingrediente alternativo em rações para a espécie.

Tabela 3. Formulação de ração alternativa para a fase de recria do tambaqui.

Ração Tambaqui (Recria) – Alternativa			
Composição alimentar			
Alimento	Quantidade (%)	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Farelo de soja (45%)	50,00	0,79	39,50
Farinha de vísceras de ave	9,33	1,10	10,26
Feijão-caupi*	6,00	3,00	18,00
Óleo de soja	11,00	2,16	23,76
Farelo de trigo	14,43	0,50	7,22
Amido de milho	6,12	1,00	6,12
Farinha de peixe (55%)*	0,00	3,74	0,00
Premix mineral	1,00	20,98	20,98
Premix vitamínico	1,00	20,98	20,98
Fosfato bicálcico	1,00	0,80	0,80
Sal comum	0,10	0,38	0,04
BHT	0,02	8,36	0,17
Total	100,00		147,82
Custo por kg: R\$ 1,48			
Atendimento das Exigências Nutricionais			
Nutriente	Unidade	Quantidade	
Amido	%	19,50	
Cinzas	%	5,22	
Energia Digestível	Mcal kg-1	3,50	
Fibra Bruta	%	5,55	
Gordura	%	13,28	
Proteína Bruta	%	32,00	

Dados obtidos de Rostagno (2005), Frota et al. (2008) e Vilarinho et al. (2008). Exigência Nutricional (MELO et al., 2001).

*A substituição da farinha de peixe pelo feijão-caupi é viável e diminui o custo da ração, porém são necessários estudos para testar a palatabilidade, o nível máximo de inclusão e a existência de fatores antinutricionais desse ingrediente alternativo na nutrição de tambaquis.

Tabela 4. Formulação de ração alternativa para a fase de engorda do tambaqui.

Ração Tambaqui (Engorda) – Alternativa			
Composição alimentar			
Alimento	Quantidade (%)	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Farelo de soja (45%)	53,06	0,79	41,92
Milho moído	17,00	0,48	8,08
Farelo de trigo	7,03	0,50	3,52
Feijão-caupi*	5,00	3,00	15,00
Óleo de soja	5,00	2,16	10,80
Amido de milho	9,79	1,00	9,79
Farinha de peixe (55%)*	0,00	3,74	0,00
Premix mineral	1,00	20,98	20,98
Premix vitamínico	1,00	20,98	20,98
Fosfato bicálcico	1,00	0,80	0,80
Sal comum	0,10	0,38	0,04
BHT	0,02	8,36	0,17
Total	100,00		132,06
Custo por kg: R\$ 1,32			
Atendimento das Exigências Nutricionais			
Nutriente	Unidade	Quantidade	
Amido	%	31,02	
Cinzas	%	5,69	
Energia Digestível	Mcal kg-1	3,00	
Fibra Bruta	%	5,07	
Gordura	%	6,63	
Proteína Bruta	%	28,00	

Dados obtidos de Rostagno (2005), Frota et al. (2008) e Vilarinho et al. (2008). Exigência Nutricional (MELO et al., 2001).

*A substituição da farinha de peixe pelo feijão-caupi é viável e diminui o custo da ração, porém são necessários estudos para testar a palatabilidade, o nível máximo de inclusão e a existência de fatores antinutricionais desse ingrediente alternativo na nutrição de tambaquis.

Desafios futuros

Mesmo com esta compilação de trabalhos e informações, vale ressaltar a necessidade de mais estudos sobre as exigências nutricionais do tambaqui, visando elucidar o real aproveitamento da fibra bruta e dos carboidratos pela espécie e desenvolver um pacote de informações sobre a exigência em aminoácidos essenciais, como a lisina, arginina, metionina, triptofano, treonina, entre outros, além de determinar os níveis de exigência em ácidos graxos essenciais e a utilização de alimentos alternativos, imunoestimulantes, entre outros produtos e ingredientes.

A nutrição é a chave do sucesso para qualquer empreendimento aquícola, e com a eminente expansão da criação dessa espécie, seja na região Norte, em especial, seja em outras regiões do Brasil, em menor escala, a determinação das exigências nutricionais e a elaboração de rações economicamente sustentáveis e ambientalmente corretas são primordiais para alavancar a produção, para geração de renda aos piscicultores e abastecimento dessa fonte de proteína altamente saudável para a população.

Referências

ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. A adaptação de peixes aos ambientes de criação. In: VAL, A. L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. p. 45-49.

ALMEIDA, L. C.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. Digestive enzyme responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different levels of protein and lipid. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 12, p. 443-450, 2006a.

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1288-1293, jul.-ago., 2006b.

ANSELMO, A. A. S. **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum***. 2008. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

ANUÁRIO DO AGRONEGÓCIO. Melhores no agronegócio. Criação e pesca. **Revista Globo Rural**, p.100-102, 2010.

ARAÚJO, L. D.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p. 217-221, mar. 2004.

ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília, DF: CNPq, 1998. 188 p. (Estudos do Mamirauá, 4).

ARAUJO-LIMA, C.; GOMES, L.C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, Ed. da UFSM, 2005. Cap. 8. p. 175-202.

ARIDE, P. H. R. **Vitamina E em dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2003. 128 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; NOZAWA, S. R.; VAL, A. L. Tambaqui growth and survival when exposed to different photoperiods, **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 3, p. 381-384, 2006.

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, p. 588-594, 2007.

ARIDE, P. H. R.; FERREIRA, M. S.; DUARTE, R. M. OLIVEIRA, A. M.; FREITAS, D. V.; SANTOS, A. L. W.; NOZAWA, S. R.; VAL, A. L. Ascorbic acid (Vitamin C) and iron concentration in Tambaqui, *Colossoma macropomum*, iron absorption. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 41, n. 2, p. 291-297, may, 2010.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 4, p. 357-362, abr. 2004.

BRANDÃO, L.V.; PEREIRA-FILHO, M.; GUIMARÃES, S.F.; FONSECA, F.A.L. Suplementação de metionina e/ou lisina em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n.3, p.675 – 680, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Produção pesqueira e aquícola**. Estatística 2008 e 2009. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_AGO_19-08-Producao-de-pescado-aumenta>. Acesso em: 13 dez. 2010.

CABRAL JUNIOR, W.; ALMEIDA, O. T. Avaliação do mercado da indústria pesqueira na Amazônia. In: ALMEIDA, O. T. (Ed.). **A indústria pesqueira na Amazônia**. Manaus: IBAMA/Provarzea, 2006. Cap. 2. p. 17-39.

CAMARGO, A. C. S.; VIDAL JR., M. V.; DONZELE, J. L.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, L. C. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 409-415, 1998.

CARVALHO, E. S.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CRESCÊNCIO, R.; CHAGAS, E. C.; ANSELMO, A. A. S. Uso do probiótico Efinol®L durante o transporte de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 6, p. 1322-1327, 2009.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 3, p. 397-402, mar. 2003.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Ascorbic acid reduces the effects of hypoxia on the Amazon fish tambaqui. **Journal of Fish Biology**, v. 69, p. 608–612, 2006.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Respostas fisiológicas de tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 4, p. 713-716, abr. 2006.

CORRÊA, C. F.; AGUIAR, L. H.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, Amsterdam, v. 147, p. 857–862, 2007.

CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005. Cap. 1. p. 23-33.

EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **Relatório de atividade de 2006 - 2010**. 68 p. 2010. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 78).

FAÇANHA, M. F.; GOMES, L. C. A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 71-75, 2005.

FRACALOSSO, D. M.; ALLEN, M. E.; YUYAMA, L. K.; OFTEDAL, O. T. Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. **Aquaculture**, v. 192, p. 321-332, 2001.

FISHBASE. Disponível em

<<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=263eAT=tambaqui>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

FREITAS, C. E. C.; NASCIMENTO, F. A.; SOUZA, F. K. S.

Levantamento do estado de exploração dos estoques de curimatã, jaraqui, surubim e tambaqui. In: O SETOR pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca. Manaus: IBAMA/Provarzea, 2007. Cap. 3. p. 77-100.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walph), cultivar BRS – Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 32, n. 4, p. 426-431, Dec. 2001.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; URBINATTI, E. C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, p. 283-290, fev. 2003a.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; CHIPARI-GOMES, A.; LOPES, N. P.; URBINATTI, E. C. Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 34, n. 1, p. 76-84, Mar. 2003b.

GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, M. F. B.; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 111-113, 2004.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 253, p.374–384, 2006.

GOMES, L. C.; SILVA, C. R. Impact of pond management on tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier), production during growth-out phase. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, p. 825-832, 2009.

GUIMARÃES, S. F.; STORTI FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p. 293-296, mar. 2004.

HANCZ, C. Performance of the Amazonian tambaqui, *Colossoma macropomum*, in pond polyculture. **Aquacultural Engineering**, v. 12, p. 245-254, 1993.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca 2007 Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, DF, 2007. 113 p.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, out. 2003.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. 11 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 32).

JACOMETO, C. B.; BARRERO, N. M. L.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M. P.; GOMES, P. C.; POVH, J. A.; STREIT JUNIOR, D. P.; VARGAS, L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Variabilidade genética em tambaquis (Teleostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 5, p. 481-487, maio 2010.

LOCHMANN, R.; CHEN, R.; CHU-KOO, F. W.; CAMARGO, W. N.; KOHLER, C. C.; KASPER, C. Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and nonspecific immune response of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachypomus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 40, n. 1, p. 33-44, fev. 2009.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P.; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 519-526, abr./jun. 2010.

MACEDO, E. M. **Necessidades protéicas na nutrição do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Pisces, Characidae)**. 1979. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1979.

MARCON, J. L.; WILHELM FILHO, D. Antioxidant processes of the wild tambaqui, *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Serrasalminidae) from the Amazon. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**, Amsterdam, v. 123, p. 257-263, 1999.

MARIA, A. N.; AZEVEDO, H. C.; SANTOS, J. P.; SILVA, C. A.; CARNEIRO, P. C. F. Semen characterization and sperm structure of the Amazon tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, p. 779-783, 2010.

MARINHO-PEREIRA, T.; BARREIROS, N. R.; CRAVEIRO, J. M. C.; CAVERO, B. A. S. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. **Revista Ingepro**, Santa Maria, v. 1, n. 10, p. 78-84. 2009.

MARX, F.; MAIA, J. G. S. Determination of fat soluble vitamins from Amazonian fresh-water fishes. 1. HPLC analysis of tambaqui, pirarucu and cuiu-cuiu livers. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, n. 1-2, p. 185-191, 1985.

MATSUO, A. Y. O.; WOOD, C. M.; VAL. A. L. Effects of copper and cadmium on ion transport and gill metal binding in the Amazonian teleost tambaqui (*Colossoma macropomum*) in extremely soft water. **Aquatic Toxicology**, v. 74, p. 351-364, 2005.

MAVIGNIER, G. V. L.; SAMPAIO, A. R.; SILVA, J. W. B. Policultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, carpa comum, *Cyprinus carpio* L., 1758 var. communis e machos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1766), consorciados com pato comum, *Cairina moschata* L. **Ciência Agrônômica**, v. 26, n. 1/2, p. 95-99, 1995.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).

MENDES, F. A. **Efeito da vitamina D no ganho de peso e nos níveis de cálcio e fósforo inorgânico de *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalmidæ)**. 2000. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2000.

MEROLA, N.; CANTELMO, O. A. Growth, feed conversion and mortality of cage reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 66, p. 223-233, 1987.

MEROLA, N.; SOUZA, H. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at two stocking densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 71, p. 15-21, 1988.

MEROLA, N.; PAGÁN-FONT, F. A. Pond Culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*: a pilot study. **Aquacultural Engineering**, v. 7, p. 113-125, 1988.

MORI-PINEDO, L. A.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER 1818). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 29, n. 3, p. 447-453, 1999.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 139-143, jan. 2006.

NWANNA, L. C.; OISHI, C. A.; PEREIRA-FILHO, M. Use of phytase to improve the digestibility of alternative feed ingredients by Amazon tambaqui, *Colossoma macropomum*. **ScienciaAsia**, v. 34, p. 353-360, 2008.

OISHI, C. A. **Resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2007. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

OISHI, C. A.; NWANNA, L. W.; PEREIRA FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 4, p. 757-762, 2010.

OLIVEIRA, N. G. F. **Efeito da frequência alimentar sobre o desempenho de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, em sistema de tanque-rede.** 2003. 36 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

OLIVEIRA, A. M. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos do tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER 1818) alimentado com dietas suplementadas por frutos e sementes de áreas alagáveis.** 2005. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

OLIVEIRA, A. C. B.; MARTINELLI, L. A.; MOREIRA, M. Z.; CYRINO, J. E. P. Determination of apparent digestibility coefficient in fish by stable carbon isotopes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 14, p. 10–13, 2008.

OSSAME, A. C. Inpa tem tambaqui gigante. **A crítica**. Disponível em: <http://acritica.uol.com.br/amazonia/Inpa-tambaqui-gigante-Amazonia-Amazonas-Manaus_0_314368569.html?commentsPage=1>. Acesso em: 31 dez. 2010.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATTI, E. C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: TecArt, 2004. Cap. 5. p. 75-170.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos.** Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

ROUBACH, R. **Uso de frutos e sementes de florestas inundáveis na alimentação de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae).** 1991. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1991.

ROUBACH, R.; SAINT PAUL, U. Use of fruits and seeds from Amazon inundated forests in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818) (Pisces, Characidae). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 10, p. 134-140, 1994.

ROUBACH, R.; GOMES, L. C.; FONSECA, F. A. L.; VAL, A. L. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 36, p. 1056-1061, 2005.

RUFFINO, L. M. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA, 2005. 135 p.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: IBAMA-AM, Provárzea, 2006. 144 p.

SANTOS, M. C. F.; RUFFINO, M. L.; FARIAS, I. P. High levels of genetic variability and panmixia of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) in the main channel of the Amazon River. **Journal of Fish Biology**, v. 71, Supplement A, p. 33–44, 2007.

SANTOS, L.; PEREIRA FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F. A. L. Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 597-604, 2010.

SEVILLA, A.; GUNTHER, J. Growth and feeding level in pre-weaning tambaqui *Colossoma macropomum* larvae. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 31, n. 2, p. 218-224, June, 2000.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) natural food. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 4, n. 60, p. 599-605, 2000.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1815-1824, 2003a (Supl. 2).

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 4, p. 687-700, 2003b.

SILVA, A. L. F.; CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, C. R.; BRANDÃO, F. R. Toxicity and sublethal effects of potassium permanganate in Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 37, n. 3, p. 318-321, June 2006.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 157-164, 2007a.

SILVA, A. M. D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 5, p. 733-740, maio 2007b.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; BARBOSA, R. P.; FREITAS, C. E. C. **Peixes do médio Rio Negro**. Manaus: EDUA, 2006. 43 p.

SOARES, L. C.; SOUZA, R. A. L. **Estudo de viabilidade econômica do cultivo experimental de tambaqui, *Colossoma macropomum* (pisces, characidae) utilizando a abóbora, *Cucurbita morchata*, como alimentação complementar, na região do nordeste Paraense.** Trabalho apresentado no VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. Potencialidades regionais: estudo de viabilidade econômica: piscicultura, **Sumário Executivo**, p. 1-19, 2003.

TERRAZAS, W. D.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Efeito da farinha de resíduo de peixe e de frango no desempenho e na composição corporal de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 32, p. 155-162, 2002.

VIDAL JR., M. V.; DONZELE, J. L.; CAMARGO, A. C. S.; ANDRADE, D.; SANTOS, L. C. Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomun*), na fase de 30 a 250 gramas. 1. Desempenho dos tambaquis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 421-426, 1998.

VIDAL JR., M. V.; DONZELE, J. L.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, L. C. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2193-2200, 2004 (Supl. 3).

VIEIRA, E. F.; ISAAC, J.; FABRÉ, N. N. Biologia reprodutiva do tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818 (Teleostei, Serrasalmidæ), no baixo Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 29, n. 4, p. 625-638, 1999.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **BRS Xiquexique**: cultivar de feijão-caupi rica em ferro e zinco para cultivo em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 5 p. (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 16).

WERDER, U.; SAINT-PAUL, U. Experiências de alimentação com tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Mylossoma* sp.), jaraqui (*Semaprochilodus theraponura*) e matrinchã (*Brycon melanopterus*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, n. 3, p. 617-619, 1979.

Embrapa

Amazônia Ocidental

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA