

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

ALIMENTAÇÃO NATURAL DE PEIXES
ORNAMENTAIS DA ORDEM SILURIFORMES:
USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Leonardo Avendaño Vasquez

JABOTICABAL/SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

ALIMENTAÇÃO NATURAL DE PEIXES
ORNAMENTAIS DA ORDEM SILURIFORMES:
USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Leonardo Avendaño Vasquez

Orientador: Prof. Dr. Roberto Goitein

Tese apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Aquicultura do
Centro de Aquicultura da UNESP -
CAUNESP, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor.

JABOTICABAL/SP

2015

Avendaño, Vasquez Leonardo

A951e Alimentação natural de peixes ornamentais da ordem siluriformes:
Uso de isótopos estáveis. / Leonardo Avendaño Vasquez. --
Jaboticabal, 2015

v, 41 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de
Aquicultura, 2015

Orientador: Roberto Goitein

Banca examinadora: Rosangela Kiyoko Jomori Bonichelio,
Guilherme Rossi Gorni, Antônio Fernando Monteiro Camargo, João
Batista Kochenborger Fernandes

Bibliografia

1. Peixe-hábito alimentar. 2. Nitrogênio. 3. Orinoco. 4. Peixe
ornamental. 5. Cascudo I. Título. II. Jaboticabal – Centro de
Aquicultura.

CDU 639.34

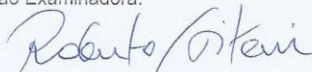
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Alimentação natural de peixes ornamentais da ordem Siluriformes: uso de isótopos estáveis

AUTOR: LEONARDO AVENDAÑO VASQUEZ

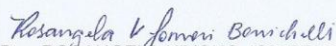
ORIENTADOR: Prof. Dr. ROBERTO GOITEIN

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



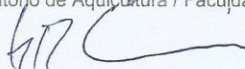
Prof. Dr. ROBERTO GOITEIN

Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Rio Claro



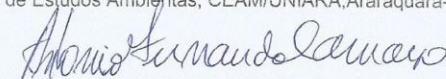
Profa. Dra. ROSÂNGELA KIYOKO JOMORI BONICHELLI

Laboratório de Aquicultura / Faculdade "Dr. Francisco Maeda"- Fafram



Prof. Dr. GUILHERME ROSSI GORNI

Centro de Estudos Ambientais, CEAM/UNIARA, Araraquara-SP



Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO MONTEIRO CAMARGO

Departamento de Ecologia / Instituto de Biociências de Rio Claro



Prof. Dr. JOAO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES

Laboratório de Peixes Ornamentais - CAUNESP, Jaboticabal-SP

Data de realização: 22 de dezembro de 2015.

Dedicatória.....	I
Agradecimentos.....	II
Apoio Financeiro.....	III
Anexos.....	V
RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	3
1.1. Comercio de Peixes Ornamentais.....	3
1.2. Generalidades da Ordem Siluriformes.....	5
1.2.1. Família Loricariidae.....	6
1.2.2. Família Callichthyidae.....	7
2. CADEIA TROFICA.....	8
3. ISÓTOPOS ESTAVEIS.....	8
4. OBJETIVOS.....	11
5. REFERÊNCIAS.....	12
6. Capítulo I – ESTUDO DA ALIMENTAÇÃO NATURAL DE PEIXES ORNAMENTAIS DA ORDEM SILURIFORMES NA COLÔMBIA: USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS.....	19
6.1. Resumo.....	19
6.2. Abstract.....	20
6.3. Introdução.....	21
6.4. Material e Métodos.....	22
6.5. Resultados.....	25
6.6. Discussão.....	28
6.7. Conclusões.....	32
6.8. Considerações Gerais	33
6.9. Referências.....	34

Dedicatória

A meus pais, GLORIA IMELDA VASQUEZ CHAVEZ E ALFONSO MADRIGAL, Exemplos de coragem, amor e persistência.

A meus irmãos CARLOS JAVIER AVENDAÑO VASQUEZ e LINA TATIANA MADRIGAL VASQUEZ, e sobrinhos SAMUEL, LOLO, MARIA PAULA pelo amor, a amizade e o incentivo de minha vida

A minha filha GABRIELA AVENDAÑO ACOSTA, mesmo distante, por seu amor.

DEDICO

AGRADECIMENTO

Ao Programa de Pós-Graduação do Centro de Aquicultura da Unesp, pela oportunidade de realização e conclusão do Doutorado.

Ao meu Orientador, professor e amigo Dr. Roberto Goitein, por ter aceitado me orientar e lutar junto a mim com seu nível profissional e humano para concluir o doutoramento. Obrigado pela grande oportunidade, confiança, paciência, apoio, pelas inúmeras e importantes sugestões, pela orientação, incentivo, exemplo de profissional e principalmente pela atenção repassada. Ao Gisela Goitein e Rita pela humildade e fortaleza pra enfrentar na vida.

Aos colegas de laboratório do Centro de Isótopos Estáveis/Unesp, Evandro e Cibele, pela amizade, dedicação e competência que auxiliaram nas análises e coletas dos materiais; sem eles essa tese não teria saído. Ao professor Dr. Carlos Ducatti, pelo grande profissionalismo e por ter cedido o laboratório para análises das amostras. À professora Dra. Rosangela Kiyoko Jomori, pela sua orientação na forma de ver o trabalho.

À professora Dra. Julia Teresa Bedoya Mashuth, Veralice Cappato e David, pela amizade, gentileza, paciência e disponibilidade em todos os momentos que precisei. A Neli pela sua ajuda, obrigado e você sabe que minha casa e tua casa.

A todos os professores, amigos e colegas da Universidad Cooperativa de Colômbia pela amizade. A todos os meus alunos da Universidad Cooperativa de Colômbia, pelo grande carinho, apoio, incentivo e amizade e por cada momento passado que foram e continuam sendo especiais, desde alegria, grandes risadas até o estress.

Quero agradecer aos pescadores que me auxiliaram na pesca dos peixes, e que foram meus professores e mestres durante as coletas, foi com eles que aprendi muitas coisas, principalmente pescar.

.

A todos muito obrigado

Apoio Financeiro

Bolsa de Doutorado PEC-PG - Programa de Estudantes-Convênio de Pós-Graduação. Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Processo: 15230120.

ANEXOS

Tabela 2. Espécies da família Loricariidae reconhecidas distribuídas nas bacias hídricas na colômbia. Adaptado de Sanabria et al; 2005

Tabela 3. Espécies da família Callichthyidae reconhecidas distribuídas nas bacias hídricas na colômbia. Adaptado de Sanabria et al. (2005).

Resumo

ALIMENTAÇÃO NATURAL DE PEIXES ORNAMENTAIS DA ORDEM SILURIFORMES: USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

A produção e extração de peixes ornamentais para o comércio do aquarismo é um setor em rápido crescimento da indústria aquícola. Por ser um grupo sensível a mudanças ambientais nos ecossistemas, eles refletem altos níveis de alteração antrópica e sua conservação é prioritária não só pelo fato de ser parte de uma grande diversidade, mas também por ser parte de uma atividade socioeconômica de uma população que geralmente vive da pesca. O impacto gerado pelos seres humanos na biodiversidade dos recursos hídricos nos países em desenvolvimento implica a necessidade de avaliar constantemente o habitat dos organismos aquáticos e seus recursos. A família Loricariidae apresenta mais de 800 espécies, restringindo-se principalmente a países tropicais das Américas Central e do Sul distribuídas em quatro subfamílias: Ancistrinae, Hypoptopomatinae, Hypostominae e Loricariinae que estão entre as espécies mais comercializadas. Apesar desta enorme diversidade, poucas espécies são criadas devido à falta de conhecimentos sobre sua ecologia e distribuição. Portanto, o conhecimento do hábito alimentar de uma determinada espécie de peixe é de fundamental importância quando se pretende conservar o ambiente onde está se encontra. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de identificar os níveis tróficos de espécies bentônicas por determinação de isótopos estáveis. Esse estudo pretende fornecer o conhecimento do estado ambiental dessas espécies, conhecendo suas relações tróficas, contribuindo na otimização da nutrição para gerar alternativas de produção de peixes ornamentais no país.

Palavras – chave: Loricariidae, Callichthyidae, nitrogênio, carbono, cadeia trófica, nutrição.

Abstract

NATURAL FEEDING OF ORNAMENTAL FISH OF THE SILURIFORMES IN COLOMBIA: USE THE STABLE ISOTOPES.

The production and extraction of ornamental fish for trading aquarism, remains as a fast growing sector of the aquaculture industry. As a group sensitive to environmental changes in ecosystems, they reflect high levels of anthropic variation and their preservation is imperative, not just for the reason of being part of a great variety, but also by being part of socioeconomic activity of a human population that generally lives of fishing. There is a necessity to evaluate the impact caused by humans in the environmental conservation and biodiversity in developing countries. Loricariidae family presents more than 800 species, mainly restrict in tropical countries of Center and South America spread out in four subfamilies: Ancistrinae, Hypoptopomatinae, Hypostominae and Loricariinae. Nevertheless this elevated diversity, few species are cultivated, on account of a lack of knowledge about their ecology and distribution. Therefore, knowledge about feeding habits of certain fish species is of fundamental importance when the main purposes are based on trying to conserve the environment where they are located.

This study was done with the aim of identifying trophic levels of benthic species by determination of stable isotopes. This study expects to strengthen knowledge of environmental status of these species, by knowing their trophic relationships, to contribute to the optimization of nutrition and generate alternative production of ornamental fish in the country.

Key Words: Loricariidae, Callichthyidae, nitrogen, carbon, trophic level, nutrition.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Comércio de peixes Ornamentais

O comércio de peixes ornamentais apresenta uma indústria global da diversidade de organismos aquáticos (TLUSTY et al., 2013); com um valor comercial na faixa dos US\$ 15-30 milhões, envolvendo aproximadamente 5300 espécies de peixes de água doce (RAGHAVAN et al., 2013). Em Singapura, esta atividade apresenta 40% de suas exportações totais; nos Estados Unidos 7% do total da produção aquícola (TLUSTY, 2002), onde 95 % dos peixes produzidos originam-se da Flórida, nas instalações estabelecidas em Tampa nas cidades de Hillsborough e Polk, sendo os principais portos de entrada Miami, Los Angeles e New York (YANONG, 1996); cerca de 40% dos peixes importados neste país são procedentes de populações selvagens da América do Sul e África (SMITH et al., 2008). Em torno de 60 % da indústria ornamental se sustenta com as exportações de países em desenvolvimento (BARTLEY, 2000). Na Austrália, 1 bilhão de peixes ornamentais que compreendem aproximadamente 4000 espécies de água doce e 1400 espécies marinhas são comercializadas internacionalmente a cada ano (US\$ 8-10 milhões) (WHITTINGTON; CHONG, 2007).

No Peru, aproximadamente 3000 famílias se sustentam do comércio de peixes ornamentais e cerca de 100.000 pessoas de regiões afastadas da cidade trabalham na pesca ornamental (RAGHAVAN et al., 2013). Conhece-se o fato que de 9 a 36 milhões de peixes são coletados na bacia amazônica anualmente, e a principal espécie de exportação é o *Paracheiroduon axelrodi* capturada do Rio Negro - Amazonas (ANJOS et al, 2009).

Na Colômbia, cerca de 26 e 29 milhões de peixes ornamentais foram exportados em 2004 e 2005 respectivamente, sendo que as principais espécies exportadas foram *Paracheiroduon axelrodi*, *Corydoras sp.* (22 espécies), cascudos (32 espécies), *Otocinclus sp.* *Paracheiroduon innesi*, *Hemigrammus arstrongi*, *Hemigrammus rhodostomus*, tendo como principais destinos: Alemanha, França, México, Holanda, Suécia, Itália, Estados Unidos, Bélgica, Espanha e o Reino Unido (MANCERA; LEÓN, 2008). A Colômbia está entre os 15 principais países exportadores; sendo que 88% dos peixes ornamentais comercializados são

extraídos da bacia da Orinoquia do Orinoco, 10% da bacia da Amazônia, 1,7% da região pacífica e 0,3% da bacia do Magdalena (PEDREROS et al; 2009).

Das cinco bacias hidrográficas na Colômbia, o maior número de espécies encontra-se no rio Amazonas (123 spp.) depois o rio Orinoco (81 spp.), Magdalena-Cauca (7 spp.), Caribe (6 spp.) e Pacífico (1 spp.) (MANCERA; LEÓN, 2008). O número de 431 espécies é considerado como ornamentais e 28 delas são endêmicas na Colômbia, distribuídas em 12 ordens, 42 famílias e 181 gêneros; a ordem com maior representação é constituída pelos Siluriformes (bagres) com 165 espécies, continuando com os Characiformes com 149 espécies, Perciformes com 68 espécies e em quarto lugar Gymnotiformes, com 24 espécies. (AJIACO et al; 2012). As cinco famílias mais representativas do sistema ornamental são Loricariidae (81 espécies), Characidae (75), Cichlidae (63), Callichthyidae (45), e Anostomidae (22 espécies) (MANCERA; LEÓN, 2008).

A bacia do Orinoco da Colômbia, com 347.165 km² representa 34% do território nacional, e compreende as bacias hidrográficas Inirida, Guaviare, Vichada, Tomo, Meta, Orinoco, Casanare, Arauca e Apure (IGAC, 2008). Nesta região, as temperaturas médias anuais são de 24 a 28 °C (SILVA-LEON, 2011). Os pontos de pesca nesta bacia são Arauca (Arauca), Villavicencio, Puerto Gaitan, Acacias (Meta), San Jose del Guaviare (Guaviare), Puerto Carreño (Vichada) e Inirida (Guainia) (AJIACO et al; 2012). As espécies, mais abundantes desta zona são *Chaetostoma spp*, *Otocinclus spp*, *Hypostomus spp*, *Panaque macus* e *Corydoras metae* (MANCERA; LEÓN, 2008). O marco legal desta atividade na Colômbia encontra-se no parágrafo 1, Artigo 1, da resolução 3532 de 1997, na qual a definição legal de peixes ornamentais é: “espécies icticas cuyos ejemplares pueden mantenerse vivos como adorno en acuarios, estanques y pozos y que en ningún caso su cultivo o aprovechamiento tiene como finalidad servir de alimento humano o animal”, Este recurso refere-se ao que a lei 2811 de 1974, Artigo 2070 denomina Recurso Hidrobiológico (AUNAP, 2015).

Alguns autores descrevem que esta atividade tem uma contribuição econômica para a população local, que captura peixes, mas incentiva a conservação das espécies no ambiente (TLUSTY et al. 2008). Outros questionam a sustentabilidade desta atividade, devido à diminuição da população natural das espécies (ROWLEY, et al. 2008). Além disso, modificações do habitat como a construção de represas e

contaminação por pesticidas podem afetar as populações por estresse (DAHANUKAR, 2011).

1.2 Generalidades da Ordem dos Siluriformes

Os Siluriformes representam uma ordem dos Ostariophysi, grupo que inclui 25% de todas as espécies de Teleostei e cerca de três quartos de todos os peixes de água doce do mundo, que estão atualmente divididas em 32 famílias, distribuídas na Ásia, África, Américas e Europa (Figura 1). Duas famílias (Ariidae e Plotosidae) são secundariamente marinhas; e há cerca de 400 gêneros e mais de 2200 espécies recentes, cerca de 1.300 dos quais estão na região neotropical (ROBERTO REIS, 1998).

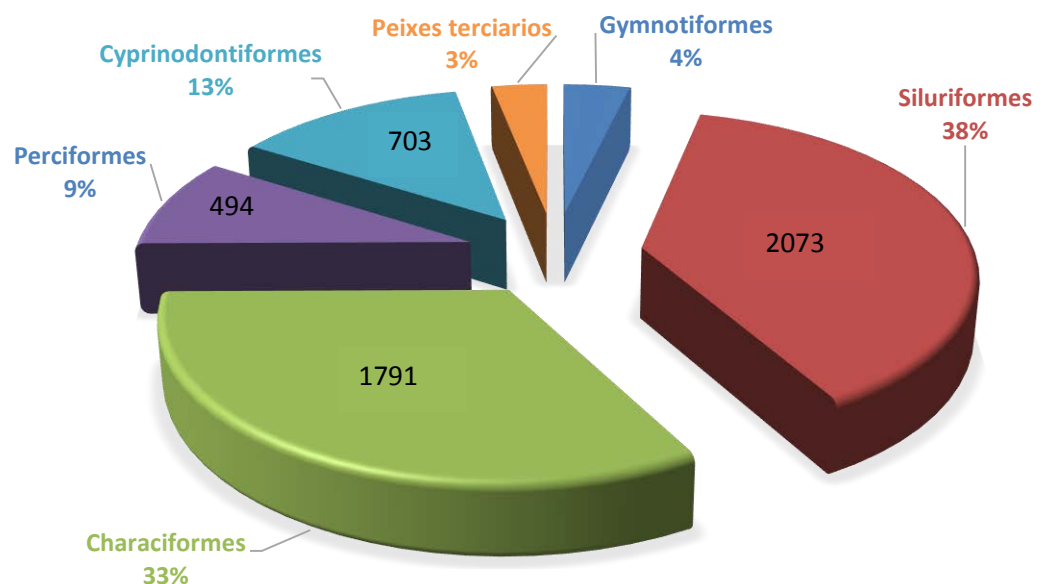


Figura 1. Número de *Espécies* e *frequências (%)* de peixes teleósteos

Segundo Sanabria (2004), os peixes ornamentais da ordem dos Siluriformes da Colômbia com potencial estão conformadas por sete famílias e aproximadamente 85 espécies (Figura 2).

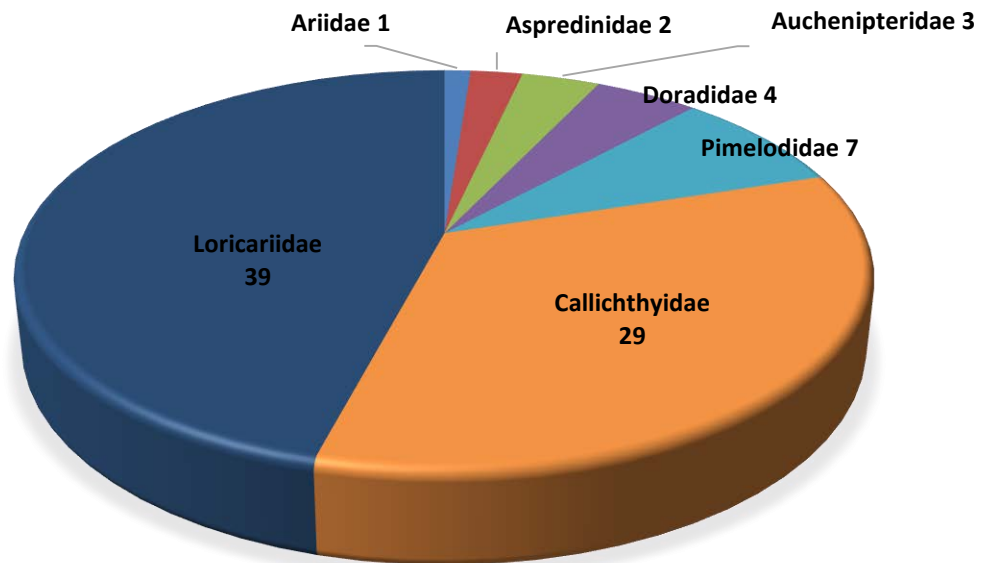


Figura 2. Número de *Espécies de peixes ornamentais da ordem dos Siluriformes com potencial de interesse comercial na Colômbia. Adaptado de Sanabria et al; 2004*

1.2.1. Família Loricariidae

Os loricariídeos conhecidos como “plecos” ou cascudos são facilmente identificados pela blindagem, tendo corpos cobertos com placas dérmicas espessas recobertas por delgada epiderme, e a posição de suas mandíbulas é localizada ventralmente (LUJAN, et al; 2012). Há mais de 650 espécies descritas, distribuídas na América do Sul e Central do norte da Costa Rica até o Sul da Argentina; onde encontram-se em rios de águas correntes principalmente em ambientes rochosos (DIAS; FIALHO, 2011). São diversificados em relação a hábitos e formas e possuem como sinapomorfias, a ausência da nadadeira adiposa e o pedúnculo caudal longo e deprimido (COVAIN et al., 2007).

Possuem hábito de ficar sobre o substrato inorgânico (rocha, cascalho, areia, silte, etc.) ou orgânico (madeira morta, resíduos vegetais, etc.), ocupando desde ambientes lóticos a lênticos (como exemplo *Loricariichthys*). A coloração varia em tons de castanho, com ou sem faixas e a presença de manchas arredondadas escuras na região dorsal; o tamanho médio destas espécies também é bastante

variado, desde 13 cm até cerca de 50 cm de comprimento (RODRIGUEZ et al., 2011)

São dulcícolas e não têm tolerância à salinidade, exceto por poucas exceções como *Ancistrus* e *Hypostomus*, que podem encontrar-se em águas levemente salobras (PISANO; 2007). Com suas bocas sugadoras e dentes raspadores, são principalmente detritívoros e comedores de algas fixadas a rochas e ao substrato ou misturadas ao sedimento; em sua dieta fazem parte restos vegetais, pequenos invertebrados, madeira (GRANDE, 2010). Apresentam uma baixa fecundidade e cuidado parental e sua monofilia está evidenciada por: dentes bífidos com assimetria das cúspides; disco ventral no mesetmóide, placa parcial ou totalmente coberto por três ou mais fileiras de placas dérmicas portando odontodes; e pterótico fusionando com o supracleito e expandido posteriormente (PISANO, 2007).

São denominados na América do Norte como peixes “armored catfish”, em América do Sul “chupa piedras”, outros nomes regionais como cuchas e corronchos (Na Colômbia e Venezuela), carachamas (Ecuador e Peru) e “cascudos-viola”, “cascudos-lagartixa” e “cascudos-chinelo (Brasil). (LUJAN, et al; 2012). Na Colômbia, peixes da família Loricariidae comercializados internacionalmente correspondem a aproximadamente 39 espécies reconhecidas (ANEXO 1).

1.2.2. Familia Callichthyidae

Os peixes da família Callichthyidae (tamboatá, limpa-fundo) são reconhecidos por ter o corpo quase completamente protegido por uma armadura óssea, composto por duas séries longitudinais de placas dérmicas; cerca de 161 espécies estão atualmente agrupadas em sete gêneros; e aproximadamente 130 pertencem as *Corydoras sp*; a maior variedade de Callichthyidae habita a região Neotropical, em rios e áreas de corredeiras e ricas em oxigênio; incluindo habitats pantanosos onde o oxigênio dissolvido pode estar virtualmente ausente (ROBERTO REIS, 1998).

Os calictídeos são relativamente pequenos, dulcícolas e em sua maioria se alimentam no fundo, são respiradores aéreos alternativos; o ar é engolido na superfície da água, passa pelo intestino onde são feitas as trocas gasosas e é expelido pelo anu; apresentam uma grande tolerância a águas estagnadas e

lodosas (GRANDE, 2010). Os Callichthyidae compartilham várias sinapomorfias como: redução da linha lateral, ausência do osso lacrimal-anterorbital, ausência de dentes pré-maxilares nos adultos e série infraorbital reduzida a dois elementos (PISANO, 2007). Sua monofilia, bem como sua posição como grupo irmão de Astroblepidae (ROBERTO REIS, 1998).

Na Colômbia, segundo Sanabria, (2004) a família Callichthyidae tem 29 espécies distribuídas nas bacias da Amazônia e Orinoco (ANEXO 2)

2. A Cadeia Trófica

Nos ecossistemas colombianos, não se tem um conhecimento dos níveis tróficos das comunidades de peixes, nem sua dinâmica reprodutiva importante item no momento de uma intervenção antrópica (RAMIREZ; PINILLA, 2012). A cadeia trófica dos peixes tem sido proposta com relação ao padrão (fitófagos, zoófagos, saprófagos, incluindo detritívoria, coprofagia e necrofagia), diversidade do consumo de alimento (monófagos, oligófagos, polífagos ou eurífagos), composição da presa (planctívoras, bentófagos, perifitonófagos, sestonófagos, detritívoras), composição preferida da dieta (piscívoras, comedoras de ovos, comedoras de moluscos, lepidófagos - comedoras de escamas). O comportamento alimentar, captura e processamento da presa, além do padrão diurno e sazonal de alimentação, sociabilidade e de residência (PAVLOV; KASUMYAN, 2012). Portanto, a determinação da posição trófica média de uma dada espécie é complicada pela variabilidade das dietas no tempo e espaço (BODE et al., 2006).

3. Isótopos estáveis

As análises de isótopos estáveis têm sido usadas para estudar as relações tróficas, os padrões de migração, condição fisiológica e impactos antropogênicos nos ecossistemas (FANELLI et al., 2010). Os isótopos estáveis são átomos de um elemento que apresentam o mesmo número de prótons e elétrons, mas diferem no número de neutrons (MICHENER; LAJTHA, 2008). Os isótopos mais usados são o hidrogênio ($\delta^1\text{H}$ e $\delta^2\text{H}$), nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), enxofre ($\delta^{32}\text{S}$, $\delta^{33}\text{S}$, $\delta^{34}\text{S}$ y $\delta^{36}\text{S}$), carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) (VANDER et al., 2015). Os predadores são mais enriquecidos em isótopos pesados do que as suas presas por acumularem, devido

à sua posição na cadeia alimentar, os isótopos estáveis provenientes dos seres que fazem parte de sua cadeia alimentar; a sua composição isotópica integra as diferentes dietas ao longo do tempo (BODE et al; 2006). Suas aplicabilidades têm sido bem-sucedidas para esclarecer a estrutura trófica com múltiplas fontes de alimentos, porque os consumidores tendem a ter proporção mais elevada de ^{15}N do que os seus alimentos com uma amplitude de 3-4 ‰ (CHANG et al; 2014). O padrão para o carbono é o PDB, um fóssil de *Belemnitella americana* da formação Peedee da Carolina do sul (EUA) e, para o Nitrogênio, o N_2 atmosférico (MARSHALL et al; 1994). Pesquisas têm determinado as taxas de *Turnover* e fatores de discriminação de dietas nos tecidos ($\Delta X = \delta X_{\text{tecido}} - \delta X_{\text{dieta}}$) na natureza e laboratório (VOLLAIRE et al., 2007).

As plantas aquáticas e terrestres nos ecossistemas aquáticos são direta ou indiretamente as fontes primárias de energia utilizadas pelos animais (BOUTTON, 1991; FORSBERG et al., 1993). As plantas C_3 através da enzima RuBP carboxilase reduz o CO_2 para fosfoglicerato discriminando o $^{13}\text{CO}_2$, resultando valores mais negativos de $\delta^{13}\text{C}$, entre -32 e -20‰; as plantas C_4 com a enzima PEP carboxilase reduz o CO_2 , tal enzima não discrimina o ^{13}C como a RuBP carboxilase; desta forma as plantas C_4 têm valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais pesados, que variam entre -17 e -9‰, as plantas CAM apresentam valores intermediários entre plantas C_3 e C_4 (BOUTTON, 1991). O método de análises de conteúdo estomacal refletem apenas a dieta do momento, ingerida pelo animal, e não a que foi efetivamente incorporada aos tecidos, portanto, é difícil por meio unicamente deste método, inferir com exatidão quais e quanto das fontes alimentares disponíveis no seu habitat são importantes para a manutenção dos estoques da espécie; portanto, os isótopos estáveis, possibilitam traçar os fluxos de elementos na cadeia alimentar, até a sua deposição no tecido animal, método empregado em estudos de ecologia alimentar (SMIT, 2011).

Os resultados obtidos pela técnica de isótopos estáveis, em estudos alimentares, devem ser considerados causas de variação na razão isotópica: qualidade da dieta e o *turnover* isotópico ou taxa de reposição, os tipos de tecidos analisados, o fracionamento isotópico, o tamanho dos indivíduos, a variação individual (FRY et al., 1999; JOHANSSON et al., 2001; OVERMAN; PARRIS, 2001);

de acordo com a sazonalidade e os locais onde os animais exploram suas fontes (SMITH et al., 1996)

Na bacia do Orinoco, com sua diversidade e complexidade ecológica, tem-se pouca informação ecológica e de níveis tróficos nas dietas naturais dos peixes. Diversos pesquisadores têm estabelecido que a maioria dos gêneros de loricariídeos apresenta hábitos herbívoros (consumindo principalmente algas) (POUND et al., 2010; MAZZONI et al., 2010) e detritívoros (DELARIVA et al., 2001; CARDONE et al., 2006). Entretanto, algumas experiências têm determinado que alguns gêneros de loricariídeos consomem vermes e outros invertebrados do fundo do substrato, dificultando a tarefa de estabelecer parâmetros alimentares que possam ser aplicados a todas as espécies de cascudos (DELARIVA et al., 2001). Na espécie *Peckoltia vittata*, analisando os conteúdos estomacais, em três épocas do ano foram encontradas 8 categorias tróficas representadas pela Matéria Orgânica (72,33%), Clorophyceae (22,32%), Cyanobacteria (2,98%), Bacillariophyceae (1,03%), Pólen 0,71%), Zygnemophyceae (0,39%), Dynophyceae (0,21%) e Fungos (0,04%). Ao observar estes resultados, podemos perceber que, embora as épocas do ano possam variar as características do alimento, nesta espécie os hábitos alimentares se mantiveram constantes. Esta diferenciação é dada pela proporção em cada uma das diferentes categorias tróficas, distintas para outras espécies de maior porte como para caracídeos.

As famílias Loricariidae e Callichthyidae, com potencial econômico para a aquariofilia, são caracterizadas por serem constituídas por espécies, em geral, de menor porte. A espécie *Otocinclus sp* (Loricariidae) é a que contém os indivíduos menores na família, que atingem em média no máximo 4 cm. Assim, como para as espécies em animais de pequeno porte, estudos de conteúdo estomacal dificultariam a determinação de sua posição na cadeia trófica.

Adicionalmente, os peixes da família Loricariidae, herbívoros ou detritívoros, apresentam características no tamanho de seu intestino e adaptações bucais desenhadas especialmente para a sucção de fitoplâncton, detritos e pequenos crustáceos, que obtêm principalmente da superfície de rochas e plantas submersas. Em alguns casos foi registrado o consumo de macrófitas aquáticas e, inclusive, existem algumas espécies onívoras ou de hábitos oportunistas

(LANDINES, 2007). Além do mais, pela estrutura de seu intestino que normalmente é comparativamente longo, seu processo digestivo pode ser mais do tipo fermentativo, sendo os isótopos estáveis uma alternativa para analisar a composição trófica destas espécies.

Tendo-se em conta a complexidade de determinação da cadeia trófica nestas espécies por um hábito semelhante durante todo o ano, em um estudo feito em ambientes reofílicos sem nenhuma alteração por humanos, sempre serão encontradas fontes detritívoras e herbívoras que são de difícil observação e classificação devido ao tamanho destes organismos. Desta forma, a hipótese levantada baseia-se no ponto de partida em que as fontes de alimentação estejam continuamente disponíveis neste meio aquático.

Desta forma, as espécies de Loricariidae e Callichthyidae podem aproveitar estes recursos de formas distintas mesmo que se localizem no mesmo lugar. Se isto ocorre, os sinais isotópicos podem diferenciar-se entre as distintas famílias e suas espécies, fato que lhes permitirá que pudessem se estabelecer e manter aproximadamente no mesmo lugar.

Se, ao contrário não fosse percebida qualquer diferenciação entre as assinaturas isotópicas, poder-se-ia interpretar que as distintas espécies exibem uma competição pelos recursos existentes em seu habitat natural.

4. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo estudar se a dinâmica trófica das comunidades de espécies bentônicas das famílias Loricariidae e Callichthyidae apresentam-se no mesmo nível trófico ou se apresentam diferenças no rio Acacias-Meta, Colômbia, sempre tendo como base referencial as assinaturas isotópicas do que vêm assimilando através de suas dietas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJIACO MARTINEZ, R. E.; RAMIREZ-GIL, H.; SANCHEZ-DUARTE, P.; LASSO, C. A.; TRUJILLO, F. **Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia**. Bogotá, DC: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2012. 152 p. (Serie Editorial de recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colômbia).

ANJOS, H. D. B. dos; AMORIM, R. M. de S.; SIQUERIA, J. A.; ANJOS, C. R. dos. Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 259–274, 2009.

AUTORIDAD NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA (AUNAP). Resolución número 00000740 de 04 de Mayo de 2015. “Por la cual se adiciona el artículo cuarto de la resolución No. 3532 del 17 de diciembre del 2007 “Por la cual se expide normas para el ejercicio, administración y control de la actividad pesquera comercial ornamental precisando las especies icticas ornamentales aprovechables comercialmente y otras disposiciones”” Bogotá - Colombia, 2015.

BARTLEY, D. M. Responsible ornamental fisheries. **FAO Aquaculture Newsletter**, Rome, n. 24, p. 10–14, 2000.

BODE, A.; CARRERA, P.; PORTEIRO, C. Stable nitrogen isotopes reveal weak dependence of trophic position of planktivorous fish on individual size: a consequence of omnivorism and mobility. **Radioactivity in the Environment**, London, v. 8, n. 5, p. 281-293, 2006. doi 10.1016/s1569-4860(05)08022-8.

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II Atmospheric terrestrial, marine, and freshwater environments. In Coleman, D. C.; Fry, B. (Ed.) **Carbon Isotope Techniques**. New York: Academic Press, p.173-185, 1991.

BRIAN, F. Stable Isotope Diagrams of Freshwater Food Webs. **Ecology**, Arizona, v.72, n. 6, p. 2293–2297.1991. <http://dx.doi.org/10.2307/1941580>

CARDONE, I. B.; LIMA-JUNIOR, S. E.; GOITEIN, R. Diet and capture of *Hypostomus strigaticeps* (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) in a small Brazilian stream: relationship with limnological aspects. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n.1A, p. 25- 33, 2006.

CHANG, N.N J.; CHIEH S.; GWO, C.G.; SHUH,J.; CHIH HAO, H. Stable isotope ratios reveal food source of benthic fish and crustaceans along a gradient to trophic status in the East China Sea. **Continental Shelf Research**. Oxford, v. 84. p. 23–34. 2014.

COVAIN, R.; FISCH-MULLER, S. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. **Zootaxa**, Auckland, v. 1462, p. 1–40, 2007.

DAHANUKAR, N.; RAGHAVAN, R.; ALI, A.; ABRAHAM, R.; SHAJI, C. P. The status and distribution of freshwater fishes of the Western Ghats. In: MOLUR, S.; SMITH, K. G.; DANIEL, B. A.; DARWALL, W. R. T. (Comp.). **The status and distribution of freshwater biodiversity in the Western Ghats, India**. Cambridge: IUCN; Coimbatore: Zoo Outreach Organization, 2011. p. 21–48.

DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. **Journal of Fish Biology**, London, v.58, n.4, p. 832-847, 2001.

DIAS, T.S; FIALHO, C.B. Análise comparada da dieta de *Eurycheilichthys pantherinus* e *Pareiorhaphis hystrix*: duas espécies de Loricariidae (Ostariophysi, Siluriformes) do bioma Campos Sulinos, sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v.101, n.1-2, p.49-55, June 2011.<http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212011000100006>.

FANELLI, E.; CARTES, J. E.; PAPIOL, V.; RUMOLO, P.; SPROVIERI, M. Effects of preservation on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of deep sea macrofauna. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 395, n. 1-2, p. 93-97, 2010.

FORSBERG, B.R.; ARAUJO-LIMA, C.R.M.; MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L.; BONASSI, J.A. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. **Ecology**, Arizona, v.74, n.3, p.643-652, 1993.

FRY, B. Using stable isotopes to monitor watershed influences on aquatic trophodynamics. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.56, n.11, p. 2167-2171, 1999.

GRANDE, T. Gonorynchiformes and Ostariophysan Relationships: A Comprehensive Review. **Series: Teleostean Fish Biology**, CRC press, U.S, p. 600, 2010

JOHANSSON, O. E.; LAGGETT, M. F.; RUDSTAM, L.G.; SERVOS, M. R.; ALL MOHAMMADIAN, M.; GAL, G.; DERMOTT, R. M.; HESSLEIN, R.H. Diet of *Mysis relicta* in lake Ontario as revealed by stable isotope and gut content analysis. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.58, n.10, p.1975-1986, 2001.

LANDINEZ PARRA, M.A. Algunas experiencias de cultivo de peces ornamentales. En: RODRÍGUEZ GÓMEZ, H.; VICTORIA DAZA, P.; CARRILLO-ÁVILA M. (Eds). **Fundamentos de acuicultura continental**. 2 ed. Bogotá, Colombia. Inpa; 2001.

LUJAN, N.K.; WINEMILLER, K.O.; ARMBRUSTER, J.W. Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. **Evolutionary Biology**, New York, v.12, p. 124, 2012, <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/12/124>.

MANCERA RODRÍGUEZ, N.J.; ÁLVAREZ LEÓN, R. Comercio de peces ornamentales en Colombia. **Acta biológica de Colombia**, Bogotá, V.13, n. 1, p. 23 – 52, 2008.

MARSHALL, J.D.; BROOKS, R.J.; LAJTHA, K. Sources of variation in the stable isotopic composition of plant. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. **Stable isotopes in**

Ecology and Environmental Science, London: Blackwell Scientific Publication, p.1-21, 1994.

MAZZONI, R.; REZENDE, C. F.; MANNA, L. R. Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.70, n.3, p. 569-574, 2010.

MICHENER, R.; LAJTHA, K. Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science. **Ecological Methods and Concepts**. Australia, Ed. John Wiley & Sons, ISBN. 0470691174, 9780470691175. Pg. 592.2008.

OVERMAN, N.C.; PARRISH, D.L. Stable isotope composition of walleye: ^{15}N accumulation with age and area-specific differences in $\delta^{13}\text{C}$. **Canadian Journal Fisheries and aquatic Science**, Ottawa, v.58, n. 6, p.1253-1260, 2001.

PAVLOV, D. S.; KASUMYAN, A. O. Feeding diversity in fishes: trophic classification of fish. **Journal of Ichthyology**, Moscou, v. 42, p. S137–S159, 2002. Suppl. 2.

PEDREROS, P.S.; FORERO, G.J.; ESTUPIÑAN, M.J. Capturas ícticas incidentales de la pesca ornamental en el período de aguas bajas en el área de influencia de Puerto Carreño. **Orinoquia colombiana. Universitas. SCIENTIARUM**, Bogotá, v.14, n.2-3, p.173-186,2009.

PISANO, C.; OZOUF-COSTAZ.; FORESTI, F. Fish Cytogenetics. CRC press, U.S, p.518, 2007.

POUND, K. L.; NOWLIN, W. H.; HUFFMAN, D. G.; BONNER, T. H. Trophic ecology of a nonnative population of suckermouth catfish (*Hypostomus plecostomus*) in a central Texas spring-fed stream. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrech, v. 90, n.3, p. 277-285, 2010.

RAGHAVAN, R.; DAHANUKAR, N.; TLUSTY, M.F.; ANDREW L.; RHYNE, K. KUMAR, K.; MOLUR, S.; ROSSER, A.M. Uncovering an obscure trade: Threatened

freshwater fishes and the aquarium pet markets. **Biological Conservation**, Inglaterra, v. 164, p.158-169, 2013.

RAMÍREZ CABALLERO, A. M.; PINILLA AGUDELO, G. A. Hábitos alimentarios, morfometría y estados gonadales de cinco especies de peces en diferentes períodos climáticos en el Río Sogamoso (Santander, Colombia). **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v. 17, n. 2, p. 241-258, 2012.

REIS, R.E. Anatomy and phylogenetic analysis of the neotropical callichthyid catfishes (Ostariophysi, Siluriformes). **Zoological journal of the linnean Society**, London, v.124, n. 2, p. 105-168,1988.

RODRIGUEZ, M.S.; ORTEGA, H.; COVAIN, R. Intergeneric phylogenetic relationships in catfishes of the Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae), with the description of Fonchiiloricaria nanodon: a new genus and species from Peru. **Journal Fish Biology**, England v. 79, n. 4, p. 875-895, 2011.

ROWLEY, J.D., EMMET, D.A., VOEN, S. Harvest, trade and conservation of the Asian Arowana *Scleropages formosus* in Cambodia. **Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystem**, London, v.18, n.7, p. 255–1262, 2008.

SANABRIA, O.A.I.; BELTRAN, G.I.C.; DAZA, P.V.; LANDINEZ, P.M.A. Peces Ornamentales de Colombia. Especies de Interés Comercial. Catalogo. **Intituto Colombiano de desarrollo Rural**. INCODER, Bogota, 2004, ISBN 9583367923.

SILVA LEON, G. La Cuenca del Rio Orinoco: Visión Hidrográfica y balance hídrico. **Revista Geografica Venezolana**, Merida, v.46 n.1, p. 75-108, 2011.

SMIT, A.J. Sources identification in marine ecosystems, Food web studes using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$. In: Unkovich, M.; Pate, J.; Gibbs, D.J. **Stable Isotope Techniques in the Study of Biological Processes and Functioning of Ecosystems**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, v. 40, p.219-245, 2011

SMITH, R.J.; HOBSON, K.A.; KOOPMAN, H. N.; LAVIGNE, D.M. Distinguishing between population of fresh and salt-water harbor seals (*Phoca vitulina*) using stable-isotope ratios and fatty acid profiles. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.53, n.2, p. 272-279, 1996.

SMITH, K.F., BEHRENS, M.D., MAX, L.M., DASZAK, P. US drowning in unidentified fishes: scope, implications and regulations of live fish import. **Conservation Letters**, Washington, v. 1 n. 2, p. 103–109, 2008.

TLUSTY, M.F.; RHYNE, A.L.; KAUFMAN, L.; HUTCHINS, M.; REID, G.M., ANDREW, C.; BOYLE, P.; HEMDAL, J.; MCGILVRAY, F.; DOWD, S. Opportunities for public aquariums to increase the sustainability of the aquatic animal trade. **Zoo Biology**, New York, v.32, n.1, p.1-2, 2013.

TLUSTY, M.; DOWD, S.; RAGHAVAN, R. Saving forests through the fisheries – ornamental fishes as a route to avoid deforestation. **Ornamental Fish International Journal**, Montfoort, v. 56, p. 21–25, 2008.

TLUSTY, M. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. **Aquaculture**, Indiana, v.205, n.3-4, p. 203– 219, 2002.

VANDER, Z.M.J.; CLAYTON, M.K.; MOODY, E.K.; SOLOMON, C.T.; WEIDEL, B.C. Stable Isotope Turnover and Half-Life in Animal Tissues: A Literature Synthesis. **PLoS ONE**, Cambridge, v.10, n.1, p.1-16, 2015, doi:10.1371/journal.pone.0116182.

VOLLAIRE Y.; BANAS D.; THOMAS M.; ROCHE H. Stable isotope variability in tissues of the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. **Comparative biochemistry and physiology**, United States, v. 148, n.3, p.504–509, 2007.

WHITTINGTON, R.J.; CHONG, R. Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, NL: Elsevier Science, v. 81, p. 92–116, 2007.

YANONG, R.P Reproductive Management of Freshwater Ornamental Fish.
Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, U.S, v.5, N. 4, p. 222-23, 1996.

6. Capítulo II – ALIMENTAÇÃO NATURAL DE PEIXES ORNAMENTAIS DA ORDEM SILURIFORMES: USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Resumo: Objetivou-se estudar os níveis tróficos de espécies de hábito alimentar bentônico. Espécies da família Loricariidae (*Otocincla sp*, *Ancistrus dolichopterus*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Farlowella acus*, e *Hypostomus plecostomus*) e Callichthyidae (*Peckoltia sp* e *Corydoras metae*). Os peixes foram coletados no rio Acácia - Meta – Aacias- Colômbia. Foram determinados os níveis isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do músculo destas espécies e fontes potenciais de alimentação como detritos, madeira, e substrato no ambiente. A família Callichthyidae apresentou diferenças ($p < 0,05$) na distribuição isotópica no músculo com valores de $-22,70 \pm 1,13$ e $-18,52 \pm 1,10$ de $\delta^{13}\text{C}$ e $10,16 \pm 0,81$ e $12,96 \pm 0,37$ de $\delta^{15}\text{N}$ para as espécies *Corydora metae* e *Peckoltia sp* respectivamente. Nas espécies *Hypostomus plecostomus* e *Farlowella acus* os valores isotópicos do $\delta^{13}\text{C}$ foram diferentes significativamente ($p < 0,05$), em relação aos demais loricariídeos ($-18,05 \pm 1,14$ e $-18,11 \pm 1,24$). Para os loricariídeos da espécie *Ancistrus dolichopterus* e *Rhineloricaria microlepidogaster*, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ foram $-22,50 \pm 1,70$ e $-23,21 \pm 1,51$, respectivamente, e estes foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$), com relação às espécies *Otocinclus sp* e *Chaetostoma sp* ($-27,61 \pm 1,25$ e $-26,56 \pm 0,60$). *Farlowella acus* apresentou os valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), comparada às demais espécies ($14,09 \pm 0,57$); nas espécies *Hypostomus plecostomus*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Otocinclus sp*, *Chaetostoma sp* e *Corydora metae* os valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). As fontes de alimentação em seus valores isotópicos encontram-se dentro da faixa isotópica das espécies de estudo.

Palavras chave: hábito alimentar, peixe ornamental, nutrição, Bacia do Orinoco. Cascudo.

NATURAL FEEDING OF ORNAMENTAL FISH OF THE SILURIFORMES: USE THE STABLE ISOTOPES.

Abstract

The present study expects to evaluate and compare trophic levels for species of benthic habit feeding. Specimens of Loricariidae (*Otocinclus sp*, *Ancistrus dolichopterus*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Farlowella acus*, and *Hypostomus plecostomus*) and Callichthyidae (*Peckoltia sp* and *Corydoras metae*) were collected on the Acacias- Meta river in Colombia. The isotopic levels were determined to $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ of the muscle of these species individuals and potential power food sources such as: debris, wood and environmental substrate. Individuals of Callichthyidae family presented differences ($p<0,05$) in the isotopic distribution in muscle, presenting values of $-22,70\pm1,13$ and $-18,52\pm1,10$ of $\delta^{13}\text{C}$ and $10,16\pm 0,81$ and $12,96\pm 0,37$ of $\delta^{15}\text{N}$ for species *Corydora metae* and *Peckoltia sp* respectively. For species *Hypostomus plecostomus* and *Farlowella acus* isotopic values $\delta^{13}\text{C}$ were significantly distinct ($p<0,05$), relative to the other Loricariidae ($-18,05\pm1,14$ and $-18,11\pm1,24$). For loricariideans of the species *Ancistrus dolichopterus* and *Rineloricaria microlepidogaster* values of $\delta^{13}\text{C}$ were $-22,50\pm1,70$ and $-23,21\pm1,51$ respectively and these were statistically different ($p<0,05$) in relation to the species *Otocinclus sp* and *Chaetostoma sp* ($-27,61\pm1,25$ and $-26,56\pm0,60$). *Farlowella acus* presented isotopic values $\delta^{15}\text{N}$ statistically different ($p<0,05$), compared to the other species ($14,09\pm0,57$); in species of *Hypostomus plecostomus*, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Otocinclus sp*, *Chaetostoma sp* and *Corydora metae* isotopic values of $\delta^{15}\text{N}$, which did not represent significative differences ($p<0,05$). The power sources in their isotopic values are found within an isotopic interval of the study species.

Key Words: Feeding Habit, ornamental fish, nutrition, Orinoco Basin, catfish.

6.3. Introdução

Os peixes caracterizam-se por sua diversidade de adaptações de alimentação, os quais podem ser diferentes pelo padrão e a composição dos alimentos consumidos, a quantidade e variabilidade dos alimentos, o modo de obtenção e a dinâmica de alimentação (PAVLOV; KASUMYAN, 2002). Esta diversidade tem desencadeado uma maior atenção de investigadores em conhecer os mecanismos e padrões do complexo de fenômenos biológicos associados com peixes na sua alimentação: ecológica, fisiológica, etológica (KASUMYAN; DØVING, 2002). Muitas espécies de peixes apresentam extremas relações com a disponibilidade de alimentos durante a estação chuvosa, quando se aventuram em florestas inundadas para se alimentarem, ao passo que pouco ou nenhum alimento está disponível durante a estação seca, quando muitos peixes estão confinados a canais dos rios principais ou pequenas lagoas temporárias (DONOVAN, et al., 2010).

Geralmente, os peixes incrementam o consumo de alimento para satisfazer suas necessidades energéticas quando eles têm baixa qualidade nutricional, aumentando o tamanho do intestino e seus órgãos (LEENHOUWERS et al., 2006). O uso do recurso entre espécies coexistentes pode variar, neste contexto, e a posição de uma espécie dentro de uma comunidade pode ser definida em termos de seus padrões de utilização dos recursos e sua interação com outras espécies, que utilizam os mesmos recursos, o que é expresso como nicho ecológico (GORDON, 2000).

A família Loricariidae é diversificada e, espécies e restringe-se a regiões tropicais da América Central e do Sul; estão entre as espécies neotropicais com maior diversidade de variação nas suas estruturas das mandíbulas; entretanto, apresentam uma variedade bem mais restrita na região intestinal, bem como alta especificidade em sua fisiologia intestinal (LUJAN; ARMBRUSTER 2012). O trato gastrointestinal (GI) e os seus órgãos associados podem ser responsáveis por até 40% da taxa metabólica de um animal; e tem sido observada a diminuição do comprimento do intestino, microvilosidades e atividade das enzimas em épocas de escassez de alimento. (RIOS et al., 2004).

Vários estudos têm demonstrado que a maioria dos loricariídeos apresenta um comportamento alimentar autóctone, com o consumo de algas, detritos e invertebrados aquáticos, em diferentes estágios de decomposição (DIAS; FIALHO, 2011) e desempenha um papel importante dentro das cadeias alimentares de águas neotropicais, constituindo um vínculo importante na bioenergética dos ecossistemas (DELAVIRA; AGOSTINHO, 2001).

Todavia, dentro desta produção primária gerada nos ambientes aquáticos, em torno de 80% da produção terrestre e 50% da produção dos detritos são inacessíveis aos vertebrados em questão pela sua baixa qualidade e sua elevada estruturação de polímeros vegetais não digeríveis (KLEBER et al., 2010) em comparação com as algas que têm, comparavelmente elevadas quantidades de proteína (CHOAT et al., 2002).

Análises isotópicas são especialmente úteis para as investigações da diversidade trófica entre detritívoros porque, ao contrário do conteúdo estomacal, estes integram a história dietética ao longo de períodos que vão de vários dias a várias semanas, dependendo das taxas de retorno aos tecidos (GERMAN; MILES, 2010).

No rio Acácias-Meta encontra-se uma abundância de loricariídeos usados para o consumo humano e como peixes ornamentais, constituindo um recurso hídrico de captura destas espécies desde o início dos anos 50 e ainda se desconhecem estudos biológicos e ecológicos destas espécies para estabelecer se seu aproveitamento é sustentável. O presente estudo tem como objetivo estudar se a dinâmica trófica das comunidades das espécies bentônicas capturadas no rio Acácias-Meta-Colômbia estão num mesmo nível trófico ou apresentam se diferenças entre eles.

6.4. Materiais e Métodos

Espécimes e coleção de tecido

Tecido muscular de loricariídeos e calictíídeos foi coletado durante o período de junho de 2014 a junho de 2015, por pesca manual no curso do Rio Acácias-Meta – Colômbia. Os parâmetros físico químicos do lugar da coleta apresentaram os valores de 7.2 ± 0.5 de OD (mgL^{-1}), Temperaturas de 27 ± 1.2 °C e pH de 7.1 ± 0.6 .

Os consumidores e as fontes de alimentação potenciais foram coletadas de um só lugar (Longitude $-73^{\circ}44'46.86''$ Latitude $3^{\circ}58'47.30''$) (Figura 1). Os peixes examinados neste estudo pertencem às espécies *Otocinclus* sp ($n = 7$), *Ancistrus dolichopterus* ($n = 12$), *Peckoltia* sp ($n = 18$), *Rineloricaria microlepidogaster* ($n = 11$), *Farlowella acus* ($n = 12$), *Hypostomus plecostomus* ($n = 13$) da família Loricariidae e *Corydoras metae* ($n = 18$) da família Callichthyidae. Durante a coleta das espécies, foram coletadas possíveis fontes de alimentação na área de estudo como madeira, substrato (material no fundo do rio) e fitoplâncton, este último mediante o uso de uma rede de “nylon” de 20 μ m de abertura de malha.

Preparação de amostras para análises isotópicas

Os peixes foram sacrificados em água tamponada contendo 1g L⁻¹ de MS-222, para a coleta do tecido muscular, os quais foram colocando em eppendorf e gelo até o lugar de congelamento. O fitoplâncton, pedaços de madeira e o substrato foram coletados no mesmo habitat dos quais foram recolhidos os peixes, colocados em sacolas herméticas e levadas ao laboratório, em gelo. As amostras potenciais de alimento foram centrifugadas durante 5 minutos obtendo o sedimento. As amostras de músculo, sedimento, pedaços de madeira e raspagem de pedras foram secas a temperatura constante de 60°C durante, 48 horas. Depois deste procedimento as amostras foram moídas em moinho criogênico (Spex 6700-230 Freezer/Mill Industries) à temperatura de -196°C, durante 5 minutos, a 980 RPM, para a obtenção do material homogêneo de finíssima granulometria. As partículas resultantes foram então pesadas em capsulas de estanho (50-60 μ g e 500-600 μ g) para análise de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, respectivamente. As análises foram realizadas em espectrômetro de massa de razão isotópica (IRMS), no Centro de Isótopos Estáveis do Instituto de Biociências (CIE/IB), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu-SP, Brasil. As amostras foram submetidas a combustão total sob fluxo contínuo de Hélio, a 1020°C, através do analisador elementar (EA 1108 – CHN Fusions Elemental Analyzer), acoplado ao espectrômetro de massa de razões isotópicas (Delta S - Finnigan Mat), com erro analítico de 0,2‰ ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e 0,3‰ ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).

A abundância de isótopos estáveis do músculo e substratos potenciais de alimentação é expressa em notação delta por mil (‰) da razão isotópica da amostra em relação aos padrões internacionais Pee Dee Belemnite (PDB) e nitrogênio atmosférico (N₂) para os elementos carbono e nitrogênio, respectivamente, de acordo com a expressão:

$$\delta \text{‰ X} = [(R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}})/R_{\text{padrão}}] \times 10^3$$

Onde R_{amostra} e o $R_{\text{padrão}}$ representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), na amostra e o padrão respectivamente.

Análise estatística

Os resultados das composições isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do músculo dos exemplares de peixes e os substratos potenciais de alimentação foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal–Wallis e comparação de médias com o teste de Wilcoxon ($P < 0,05$). A análise dos dados foi realizada pelo aplicativo estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences versão 13.0). As figuras de distribuição das espécies e fontes de alimentação foram geradas pelo programa Minitab Statistical Software-17.

6.5. Resultados.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do músculo das espécies mostraram algumas variações entre si, na *Corydora metae*, a relação ao carbono-13 (Tabela 1) apresentou diferenças no valor isotópico ($-22,70 \pm 1,13\text{‰}$) quando comparada a *Peckoltia sp* ($-18,52 \pm 1,10\text{‰}$). Na família Loricariidae, o nível isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ do músculo foi mais rico nas espécies *Farlowella acus* e *Hypostomus plecostomus*, tendo uma variação da ordem de 4,45‰ e 9,59‰ com as espécies *Ancistrus dolichopterus* e *Otocinclus sp*, respectivamente ($p < 0,05$). As variações ocorridas em relação ao $\delta^{15}\text{N}$ foram de 2,8‰ entre as espécies da família Callichthyidae. *Farlowella acus* apresenta valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ de 14,09‰, variação significativa em relação às demais espécies da família Loricariidae ($p < 0,05$). Os

valores isotópicos das fontes de alimentação, plancton, madeira e substrato mostraram variações isotópicas de -24,10, -29,19 e -19,30 respectivamente ($p < 0,05$). (Tabela 1)

Tabela 1. Número total de indivíduos coletados da ordem siluriformes no rio Acácias – Meta- Colômbia. Valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) e desvio padrão no músculo das espécies coletadas e comprimento padrão médio (CP Media), Mínimo (CP Min) e Máximo (CP Max) em mm.

Siluriformes	N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	CP Media (mm)	CP Min (mm)	CP Max (mm)
Familia Loricariidae						
<i>Farlowella acus</i>	12	-18,11(1,24) ^a	14,09(0,57) ^a	56,84	1,26	141,25
<i>Hypostomus plecostomus</i>	13	-18,05(1,17) ^a	11,58(0,63) ^{cd}	26,10	1,27	115,52
<i>Ancistrus dolichopterus</i>	17	-22,50(1,70) ^b	11,89(0,67) ^c	25,92	1,12	115,45
<i>Otocinclus sp</i>	7	-27,61(1,25) ^c	10,52(0,68) ^e	1,92	0,52	2,29
<i>Rineloricaria microlepidogaster</i>	11	-23,21(1,51) ^b	11,05(0,83) ^{de}	38,95	1,85	104,15
<i>Chaetostoma sp</i>	5	-26,56(0,60) ^c	10,25(0,20) ^e	11,98	1,55	35,82
<i>Peckoltia sp</i>	18	-18,52(1,10) ^a	12,96(0,37) ^b	17,27	0,28	49,32
Familia Callichthyidae						
<i>Corydoras metade</i>	8	-22,70(1,13) ^b	10,16(0,81) ^e	7,47	0,77	44,91
Fontes de alimentação						
Substrato	3	-24,10(0,70) ^B	5,18(0,60) ^B			
Madeira	3	-29,19(0,60) ^A	6,00(0,80) ^A			
Plancton	3	-19,30(0,40) ^C	5,30(0,70) ^B			

Letras diferentes nas colunas representam diferenças estatisticamente significativas entre as espécies e as fontes de alimentação ($p < 0,05$)

Farlowella acus apresenta variações isotópicas nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, e se diferencia em relação às demais espécies de loricariídeos (Fig. 4). As espécies *Otocinclus sp* y *Chaetostoma sp* (Fig. 4) os valores isotópicos dentro da cadeia trófica estão dentro de -29,37‰ até -25, 27‰ e não variam entre si ($p < 0,05$); A espécie *Rineloricaria microlepidogaster*, junto com a duas espécies anteriormente mencionadas, em seus valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$, não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$), tendo uma teia alimentar igual em relação ao $\delta^{13}\text{C}$ com a espécie *Ancistrus dolichopterus* ($p < 0,05$).

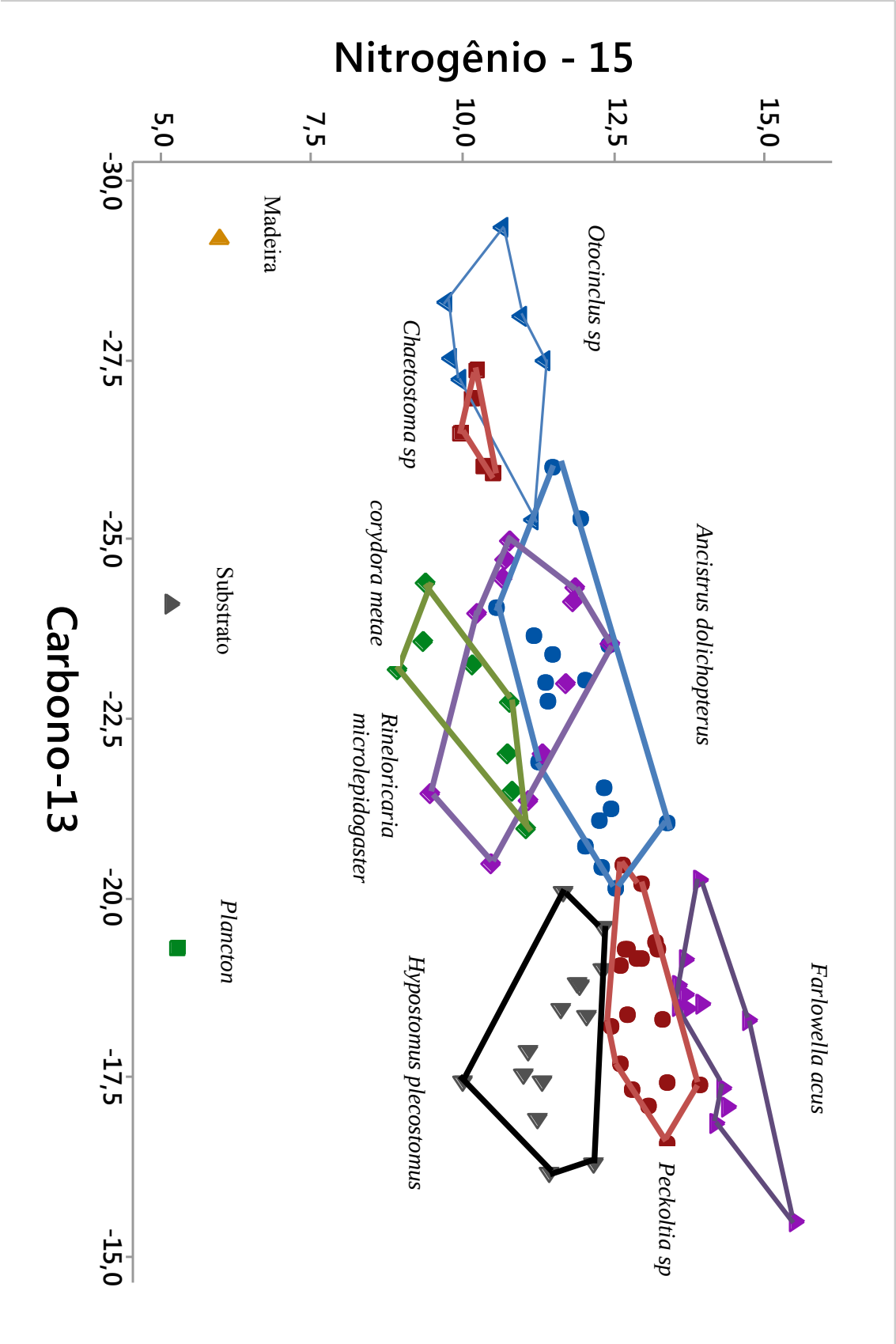


Fig.4 Distribuição de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no músculo e carcaça das espécies ornamentais das Família Loricariidae e Callichthyidae e fontes possíveis de alimentação no rio Acácias – Meta - Colômbia

Na distribuição de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no músculo das espécies ornamentais *Corydora metae* e *Peckoltia sp* da Família Callichthyidae (Fig4.), nos níveis tróficos observam-se variações diferentes ($p < 0,05$). A espécie *Peckoltia sp* apresentou valores isotópicos de -20,44 até -16,57 e 12,44 até 13,90 para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ respectivamente; este valor é mais rico que o substrato (-24,10 $\delta^{13}\text{C}$ e 5,18 $\delta^{15}\text{N}$) e o fitoplâncton estão dentro da faixa do valor isotópico da espécie (19,30 $\delta^{13}\text{C}$ e 5,30 $\delta^{15}\text{N}$). Para os valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ para a espécie *Corydora metae* foram observados entre -24,39 até -20,98 para $\delta^{13}\text{C}$ e 11,06 até 8,94 para $\delta^{15}\text{N}$, valor mais alto que a madeira (-29,19 $\delta^{13}\text{C}$ e 6,00 $\delta^{15}\text{N}$); o substrato encontra-se dentro da faixa do valor isotópico no músculo desta espécie.

6.6. **Discussão**

Significativa variação nas relações isotópicas de C e N dos tecidos e do material como fontes potenciais de alimentação foram encontradas nas espécies de Loricariidae e Callichthyidae. Neste estudo foi possível observar que as espécies estudadas podem aproveitar estes recursos de forma distinta, embora habitando o mesmo lugar (Tabela 1). Pode-se observar, portanto, três grupos tróficos onde as espécies *Farlowella acus*, *Hypostomus plecostomus* e *Peckoltia sp* constituem aquelas espécies com níveis tróficos de -18,05 ‰ a - 18,52 ‰ de $\delta^{13}\text{C}$, *Rineloricaria microlepidogaster*, *Ancistrus dolichopterus* apresentam assinaturas isotópicas de -22,50 e 23,27 de $\delta^{13}\text{C}$ e *Chaetostoma sp* e *Otocinclus sp* as assinaturas isotópicas foram de -26,56 e 27,61 de $\delta^{13}\text{C}$.

Em espécies da família Loricariidae e Callichthyidae os detritos têm sido portadores de energia predominantes como fontes de alimentação destas espécies, ao contrário das interpretações que revelam que microalgas, incluindo o fitoplâncton e formas epífitas, constituem fontes predominantes de energia para muitos animais aquáticos (BITENCOURT *et al.*, 2011).

Segundo Vaz *et al.* (1999) no regime alimentar no rio Jacaré-Pepira (Bacia do Rio Paraná) em peixes detritívoros, investigando por métodos de conteúdo estomacal e isótopos estáveis, percebeu a inexistência de variação sazonal e a variação espacial da alimentação dos peixes ao longo do rio, como foi observado no presente estudo. Animais herbívoros que, geralmente consomem alimentos com

baixos níveis de proteína e/ou tem baixos níveis de $\delta^{15}\text{N}$, apresentam um menor valor do nível isotópico do $\delta^{15}\text{N}$ que animais carnívoros (ROBBINS et al. 2002); em nosso estudo os níveis isotópicos das espécies alvo apresentaram valores de $\delta^{15}\text{N}$ de $10,16 \pm 0,81\text{‰}$ e $14,09 \pm 0,57\text{‰}$, para *Farlowella acus* da família Loricariidae e *Corydora metae* da família Callichthyidae respectivamente. Peixes que são preferivelmente herbívoros podem apresentar valores no menor valor a 5,20% no músculo e 4,26 em outros tecidos (DONOVAN et al; 2010).

Com relação aos níveis isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ também são observadas diferenças em seus tecidos. Segundo investigações, a ampla sobreposição dos valores de nitrogênio pode sugerir que os organismos estejam mais em um contínuo nível trófico que em níveis distintos, estas mudanças isotópicas de peixes entre os períodos hidrobiológicos são mais acentuadas em espécies menos especializadas como são os onívoros (WANTZEN et al., 2002). Esta distinção pode ser em função do uso de diferentes fontes ou aproveitamento distinto das mesmas fontes dependendo da disponibilidade relação a procura e oferta.

German et al, (2010), observaram o conteúdo estomacal de *Pterygoplichthys disjunctivus* e sugeriram que consomem 40% detritos, 23% diatomáceas, 22% algas verdes, 10% sedimento, e 5% de materiais de origem animal; estudos têm determinado os valores isotópicos das algas verdes (EVANS-WHITE et al., 2001) e as diatomáceas (NICHOLS; GARLING, 2000) onde podem ser individualmente mais empobrecidos em ^{13}C ($< -30\text{‰}$) do que a assinatura observados para perifíton. Neste estudo; os valores isotópicos são representados com valores mais enriquecidos $-29,19\text{‰}$, $-24,10\text{‰}$, e $-19,30\text{‰}$ para Madeira, Substrato e plâncton respectivamente. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do material orgânico são muito importantes especialmente nos ambientes reofilicos, sendo que valores encontrados nestes sedimentos estão dentro dos valores isotópicos de $-22,4\text{‰}$ até $-20,1\text{‰}$ (KAO et al., 2003).

A análise de isótopos estáveis, por outro lado, tem sido amplamente utilizada como uma técnica sensível em estudos de processos de eutrofização e interações tróficas em diferentes ecossistemas (ABREU et al., 2007). Em geral, os sinais isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ apresentam as informações sobre a fonte de energia primária, enquanto que as relações isotópicas do $\delta^{15}\text{N}$ permite fornecer informações sobre a

discriminação e o processamento do nitrogênio dos níveis tróficos (GERMAN et al. 2010).

Diferente das espécies pelágicas, as espécies bentônicas trabalhadas em nossa investigação na maioria são espécies de tamanho pequeno relacionadas com a prevalência de processos de filtração características de espécies planctônicas. Além disso, deve haver grandes diferenças na relação predador/presa entre os diferentes compartimentos considerados; isto é ilustrado pelas proporções entre os tamanhos nominais de espécies de hábitos alimentares conhecidos (BODE ET AL; 2006). No entanto, a real competição por alimento poderia ser reduzida por causa de preferências alimentares não relacionados ao tamanho, e por causa das diferenças de mobilidade entre as espécies, devido à variabilidade relativamente baixa em ^{15}N de plâncton com tamanho, até mesmo o consumo de presas de tamanhos diferentes produziriam valores semelhantes de ^{15}N nos predadores (SANTOS et al., 2001). Tem se demonstrado que em peixes é provável que o fitoplancton contribua para atender a maioria das demandas de carbono do consumidor, ao passo que a proteína é obtida principalmente a partir de zooplancton (VAN DER LINGEN, 1998). Estas diferenças devem ser consideradas em futuros estudos para estimar a posição trófica em consumidores de ambas as presas, envolvendo fito e zooplancton (BODE ET AL; 2006). A produção primária está altamente correlacionada com as taxas de sobrevivência e crescimento de larvas e adultos de peixes bentônicos na cadeia alimentar.

Os recursos tróficos associados com as superfícies dos resíduos lenhosos em rios neotropicais podem ser divididos entre as diferentes alianças de consumidores loricariídeos (Figura 1); segundo LUJAN et al; (2011) o aproveitamento deste recurso de alimentação pode ser evidenciado pelas diferentes morfologias da mandíbula especializada para manipulação de madeira, pastagem de superfície e de macro invertebrados. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da madeira, substrato e plancton sugerem que a assimilação diferencial destas fontes de carbono podem proporcionar uma hipótese alternativa para as assinaturas de $\delta^{13}\text{C}$ das espécies de estudo. Os valores isotópicos da madeira (29,29‰) encontrados neste estudo são similares aos encontrados por Lujan et al; (2011); German et al; (2010) que concluíram que o conteúdo do intestino de algumas espécies da família Loricariidae como *Hipostomus pyrineus*, *Panaque albomaculatus*, *P. cf bathyphilus*

e *P. gnomus* estão representadas em torno de 70-75% com partículas de madeira e frações menores de outras fontes como detritos, diatomáceas e algas, possivelmente o que pode acontecer com as espécies encontradas no rio Acácias-Meta.

German et al; (2010), apresentando estudos no laboratório com *Pterygoplichthys disjunctivus*, concluíram que loricariídeos que aproveitam como fonte de alimentação a madeira, podem se dar pela assimilação do carbono aproveitado pela microbiota, suportado pelos valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$, maiores a 5‰. Em nosso estudo, os valores isotópicos do tecido muscular encontram-se dentro da faixa isotópica de 10 a 14 ‰, maiores aos observados pelo autor, pode ser considerado que a assimilação do carbono é realizada a partir de fontes microbianas, pela falta de capacidade de assimilá-la diretamente da madeira. As espécies como *Farlowella acus* e *Otocinclus sp*, na pesca são encontradas associadas à madeira dos rios, podendo-se explicar que o enriquecimento que apresenta nos valores de $\delta^{15}\text{N}$.

Segundo Kasumyan et al. (2003) comumente os loricariídeos são reconhecidos como consumidores de algas, mas análises de conteúdo da dieta, têm revelado serem altamente dependentes de detritos e algas muito mais complexas; está se apresenta no presente estudo, onde o valor isotópico do músculo da espécie *Hypostomus plecostomus* está dentro da faixa dos teores isotópicos do fitoplankton e substrato (Figura 1).

Embora a família Loricariidae tenha uma distribuição geográfica bastante ampla, ela parece ser mais bem representada em rios de grande porte (LUJAN et al; 2010), importante no ciclo de nutrientes, pela seletividade de seus alimentos e retenção de fósforo (KAWAKAMI et al., 1980). A rápida expansão de ameaças à função natural de rios neotropicais, do desmatamento (PETERSON et al., 1987), projetos hidrelétricos (WU et al., 2003) e a sobrepesca (GERMAN et al. 2010) adicionam à urgência de se estudar muito mais as cadeias tróficas dos peixes.

Esta informação pode ser valiosa na tomada de decisões de gestão em matéria de habitats em que espécies como a família Loricariidae e Callichthyidae são espécies nativas da bacia do Orinoco. Além disso, a importância de usar as diferentes ferramentas tecnológicas existentes acrescenta conhecimento para a

avaliação do habitat natural e suas espécies. A abundância natural de carbono e nitrogênio estável na forma de isótopos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) foi empregada com a finalidade de determinar a contribuição natural de fontes de alimento de espécies da família Loricariidae e Callichthyidae.

Na Colômbia o comércio de peixes ornamentais para o hobby da aquariofilia depende em sua maioria dos peixes capturados da natureza; na atualidade, tem se algumas tentativas na produção em cativeiro de algumas espécies (LANDINES-PARRA; 2001, RODRÍGUEZ et al; 2005, URQUIJO; RODRÍGUEZ, 2004, RUBIANO; LANDINES-PARRA, 2004, PARADA; RODRÍGUEZ, 2004, INCODER, 2007), mas ainda não existe uma política de comercialização destas e o custos de produção são mais altos que o preço de venda na cadeia de comercialização.

O desconhecimento das relações tróficas das espécies nativas da bacia do Orinoco da Família Loricaridae e Callichthyidae demonstra como são escassas as informações básicas com relação a hábitos alimentares da quase totalidade de suas espécies e ainda não se tem pesquisas de relações isotópicas na cadeia trófica na Colômbia, que possam ser consultadas em jornais internacionais; ainda que se tenha pesquisas em nível internacional referente às relações isotópicas, estas estão menos estudados em peixes e animais ectotérmicos do que mamíferos e aves (LIZARDO et al., 2010; LUJAN et al., 2012). Este estudo tem a fornecer, além da obtenção de indivíduos das espécies da família Loricariidae e Callichthyidae, a qual permite, pela técnica dos isótopos, uma medição integrada do que o animal vem comendo até o momento da captura

6.7. Conclusão

- No presente estudo pode se concluir, que se apresentam três grupos diferenciais no aproveitamento dos recursos hídricos no rio Acacias- Meta – Colombia; na família Loricariidae, pode ser considerado que as espécies *Farlowella acus*, *hypostomus plecostomus* e *Peckoltia sp*, tem um maior aproveitamento do plancton no ambiente.

- As espécies *Otocinclus sp* e *Chaetostoma sp*, apresentam uns níveis de aproveitamento das fontes de alimentação obtidas na madeira e substrato que do plâncton.

6.8. Considerações gerais

A grande diversidade de recursos de peixes ornamentais das famílias Loricariidae e Callichthyidae existentes na região do Orinoco apresenta uma complexa relação isotópica ainda por explorar. Pelos resultados deste estudo e a complexidade que podem apresentar as características da dieta de animais bentônicos, é importante ainda realizar estudos de representantes destas famílias mediante o uso de isótopos estáveis de C e N. O uso de isótopos estáveis tornou possível mostrar que espécies de Loricariidae e Callichthyidae podem conviver em um mesmo habitat e lugar espacial, aproveitando os recursos de uma forma diferente. As fontes potenciais de alimentação podem estar presentes durante todo o ano hidrobiológico pelas características de alimentação destas espécies, o que não variaria os seus níveis tróficos. Os peixes ornamentais representam uma atividade que envolve todos os atores socioeconômicos, tornando necessário continuar com estudos que ajudem a manter este recurso natural, junto com estas espécies de interesse comercial.

6.9. Referências bibliográficas

ABREU, P. C.; BALLESTER, E. L.; ODEBRECHT, C.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O.; GRANÉLI, W.; ANESIO, A. M. Importance of biofilm as food source for shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) evaluated by stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, V.347, N.1, p. 88-96, 2007.

BITENCOURT, J.A.; AFFONSO, P.R.A.; GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A.L. Identification of distinct evolutionary units in allopatric populations of *Hypostomus cf. wuchereri* Günther, 1864 (Siluriformes: Loricariidae): karyotypic evidence. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v.9, n.2, p. 317-324, 2011.

BODE, A.; CARRERA, P.; PORTEIRO, C. Stable nitrogen isotopes reveal weak dependence of trophic position of planktivorous fish on individual size: a consequence of omnivorism and mobility. **Radioactivity in the Environment**, London, v. 8, n. 5, p. 281-293, 2006. doi 10.1016/s1569-4860(05)08022-8.

CHOAT, J.H.; CLEMENTS, K.D.; ROBBINS, W.D. The trophic status of herbivorous fishes on coral reefs 1: dietary analyses. **Marine Biology**, Berlin, v.140, p.613– 623, 2002.

DELAVIRA, R. L.; AGOSTINHO, A. A. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. **Journal of Fish Biology**, London, v. 58, n.3, p. 832– 847, 2011, doi:10.1006/jfbi.2000.1499, available online at <http://www.idealibrary.com>.

DIAS, T. S.; FIALHO, C. B. Comparative dietary analysis of *Eurycheilichthys pantherinus* and *Pareiorhaphis hystrix*: two Loricariidae species (Ostariophysi, Siluriformes) from Campos Sulinos biome, southern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 101, p. 49-55, 2011.

DONOVAN, L. A.; ROSENTHAL, D. R.; SANCHEZ-VELENOSI, M.; RIESEBERG, L. H.; LUDWIG, F. Are hybrid species more fit than ancestral parent species in the current hybrid species habitats? **JOURNAL OF EVOLUTIONARY BIOLOGY**, Basel, v.23, n.4, p. 1-12, 2010.

EVANS-WHITE, M.A.; DODDS, W.K.; WHILES, M.R. Ecosystem significance of crayfishes and stonerollers in a prairie stream: functional differences between co-occurring omnivores. **Journal of the North American Benthological Society**, E.U, v.22, n.3, p.423-441, 2003.

GERMAN, D.P.; MILES, R.D. Stable carbon and nitrogen incorporation in blood and fin tissue of the catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* (Siluriformes, Loricariidae). **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 89, n.2, p. 117–133, 2010.

GORDON, C. E. The coexistence of species. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago de Chile, v.73, n.1, p.175-198, 2000.

INCODER, TRAFFIC-AMERICA DEL SUR Y WWF-COLOMBIA. Memorias taller internacional “Aspectos socioeconómicos y de manejo sostenible del comercio internacional de peces ornamentales de agua dulce en el norte de Sudamérica: retos y perspectivas” Agosto 24, 25 y 26 de 2005. Bogotá, Colombia, 2007.

KAO, S.J.; LIN, F.J.; LIU, K.K. Organic carbon and nitrogen contents and their isotopic compositions in surficial sediments from the East China Seas shelf and the southern Okinawa Trough. **Deep-Sea Res.** Oxford, Part II, v.50, n.6, p. 1203–1217, 2003.

KASUMYAN, A.O.; DØVING K.B., Taste preferences in fish, **Fish and Fisheries**, London, v.4, p.289-347, 2003.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Métodos gráficos e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. Boletim do instituto oceanográfico, v.29, n.2, p.205-207, 1980.

KLEBER, M.; NICO, P.S.; PLANTE, A.; FILLEY, T.; KRAMER, M.; SWANSTON, C.; SOLLINS, P. Old and stable soil matter is not necessarily chemically recalcitrant: implications for modelling concepts and temperate sensitivity. **Global Change Biology**, Oxford, v. 17, n.2, p. 1097–1107, 2010.

LANDINEZ PARRA, M.A. Algunas experiencias de cultivo de peces ornamentales. En: RODRÍGUEZ GÓMEZ, H.; VICTORIA DAZA, P.; CARRILLO-ÁVILA M. (Eds). **Fundamentos de acuicultura continental**. 2 ed. Bogotá, Colombia. Inpa; 2001.

LEENHOUWERS, J.I.; ADJEI-BOATENG, D.; VERRETH, J.A.J.; SCHRAMA, J.W. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organweights in African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 12, n.2, p. 111–116, 2006.

LIZARDO, D.H.; EVANS. Feast to famine: The effects of food quality and quantity on the gut structure and function of a detritivorous catfish (Teleostei: Loricariidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v.155, p. 281–293, 2010.

LUJAN, N.K.; ARMBRUSTER, J.W. Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). **Journal of Morphology**, New York, v.273, n.1, p.24-39.2012.

LUJAN, N.K.; HIDALGO, M.; STEWART, D.J. Revision of *Panaque* (*Panaque*), with descriptions of three new species from the Amazon Basin (Siluriformes, Loricariidae). **Copeia**, Lawrence, v. 2010, n.4, p. 676-704, 2010.

LUJAN, N.K.; WINEMILLER, K.O.; ARMBRUSTER, J.W. Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. **Evolutionary Biology**, v.12, p.124, 2012 <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/12/124>.

NICHOLS, S.; GARLING, D. Food-web dynamics and trophic-level interactions in a multispecies community of freshwater unionids. *Canadian Journal of Zoology*, v. 78, p. 871–882, 2000.

PARADA, S.; RODRIGUEZ, C. Implementación de un plan de manejo de peces ornamentales con comunidades rurales en la región del Ariari en el departamento del Meta. En: **Memorias II Congreso Colombiano de Acuicultura**, UNILLANOS, Villavicencio (Meta); 2004. p. 65-69.

PAVLOV, D. S.; KASUMYAN. A. O. Feeding Diversity in Fishes: Trophic Classification of Fish. **Journal of Ichthyology**, Silver Spring, v. 42, Suppl. 2, p. S137–S159, 2002.

PETERSON, B.J.; FRY, B. Stable isotopes in ecosystems studies. **Annual Review of ecology, evolution, and systematic**. v.18, p. 293–320, 1987.

RIOS, F.S.; KALININ, A.L.; FERNANDES, M.N.; RANTIN, F.T. Changes in gut grossmorphometry of traíra, *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) during long-term starvation and after refeeding. **Brazil Journal Biology**. Brasil, V. 64, n.3B p. 683–689, 2004.

ROBINNS, C.T.; HIDERBRAND, G.V.; FARLEY, S.D. Incorporating concentration dependence in stable isotope mixing models: a response to Phillips and Koch (2002), **Oecologia**, Berlin, v.133, n.1, p. 10-13, 2002.

RODRÍGUEZ, S.C.M.; LANDINES P.M.A.; GONZÁLEZ, A.J.C. Aportes al manejo en cautiverio post-captura de alevines de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* evaluando biomasa inicial de siembra. En: **V Seminario Internacional de Acuicultura**, Bogotá; p.114, 2005.

RUBIANO, W.; LANDINEZ, PARRA M.A. Evaluación del crecimiento de *Osteoglossum bicirrhosum* en condiciones de laboratorio. En: **Memorias II Congreso Colombiano de Acuicultura**. UNILLANOS, Villavicencio, p. 95-97, 2004.

SANTOS, G.M.; FERRERA, E.J.G. Peixes da Bacia Amazonica. In: Lowe McConnel, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais, São Paulo: Edusp, 1999. P. 345-354.

URQUIJO, A.; RODRIGIEZ, L. Efecto de la densidad de siembra sobre el desempeño y la supervivencia de larvas de *Osteoglossum bicirrhosum* [trabajo de grado]. Bogotá: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, **Universidad Nacional de Colombia**; 2004

VAN DER LINGEN, C.D. Nitrogen excretion and absorption efficiencies of sardine *Sardinops sagax* fed phytoplankton and zooplankton diets. **Marine Ecology – Progress Series**, v. 175, p. 67–76, 1998.

VAZ, M.M.; PETRERE, M. JR.; MARTINELLI, L.A.; MOZETO, A.A. The dietary regime of detritivorous fish from the River Jacaré Pepira, Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, Oxford, v.6, n.2, p. 121-132, 1999.

WANTZEN, K. M., DE ARRUDA MACHADO, F., VOSS, M., BORISS, H., JUNK, W. J. Seasonal isotopic shifts in fish of the Pantanal wetland, Brazil. **Aquatic Sciences**, Basel, n. 64, n.3, p. 239-251, 2002.

WU, Y.; ZHANG, J.; LI, D.J.; WEI, H.; LU, R.H.; Isotope variability of particulate organic matter at the PN section in the East China Sea. **Biogeochemistry**, v. 65, p. 31–49, 2003

ANEXOS

Espécie	Localização	Nome vulgar na Colômbia
<i>Ancistrus dolichopterus</i> Kner, 1854	Amazonas, Orinoco	Cucha xenocara, Hocico
<i>Ancistrus</i> sp1	Amazonas	Cucha
<i>Chaetostoma</i> sp1	Inírida	Diamante azul
<i>Chaetostoma</i> sp2. var. <i>Punctatus</i>	Magdalena, Cauca, Sinu	Albina de punto
<i>Farlowella acus</i> Kner, 1853	Putumayo, Orinoco, Guaviare, Meta	Lapicero
<i>Farlowella gracilis</i> Regan, 1904	Caqueta	Pez gato varilla moteado
<i>Glyptoperichthys gibbiceps</i> Kner, 1854	Amazonas, Orinoco, Vita	Cucha mariposa, Corroncho
<i>Hypostomus plecostomus</i> Linnaeus, 1758	Amazonas, Putumayo, Caquetá, Orinoco, Meta, Vichada, Guaviare, Catatumbo, Magdalena	Cacucho, Coroncoro, Corroncho, Cucha
<i>Hypostomus</i> sp1	Vichada, Guaviare	Cucha guacamaya
<i>Hypostomus</i> sp2	Amazonas	Cucha cola de lira
<i>Hypostomus unae</i> Steindachner, 1878	Amazonas	Cucha, Pleco
<i>Leporacanthicus galaxias</i> Isbrücker & Nijssen, 1989	Amazonas, Orinoco	Cucha punto de oro, Vampiro pleco
<i>Ancistrus triradiatus</i> Eigenmann, 1918	Orinoco, Guaviare, Meta, Arauca, Catatumbo	Cucha barbuda
<i>Leporacanthicus triactis</i> Isbrücker, Nijssen & Nico, 1992	Orinoco	Cucha bandera, Bandera pleco
<i>Hypostomus</i> sp3	Inirida	Cucha verde amarilla
<i>Loricariidae</i> gen. sp1	Inirida	Cucha plancheta
<i>Panaque albomaculatus</i> Knazawa, 1958	Guaviare, Caquetá, Orinoco, Vichada	Punto naranja
<i>Aphanotorulus unicolor</i> Steindachner, 1908	Orinoco, Meta, Guaviare	Cucha coclio
<i>Loricariidae</i> gen. sp2	Orinoco, Inírida	Chenguele galaxias
<i>Otocinclus affinis</i> Steindachner, 1877	Amazonas	Otocinlo del Amazonas, Pez gato chupador mediano
<i>Panaque cf. nigrolineatus</i>	Orinoco, Vichada, Meta	Cucha real de punto
<i>Panaque nigrolineatus</i> Peters, 1877	Caquetá, Putumayo, Orinoco, Guaviare, Meta	Cucha real, Cucha royal
<i>Panaque suttonorum</i> Schultz, 1944	Catatumbo, Magdalena	Panaque de ojos azules
<i>Parancistrus</i> sp1	Amazonas	Punto de Leticia
<i>Peckoltia</i> sp1	Cucha piña	Cucha piña
<i>Peckoltia</i> sp2	Orinoco, Guainía, Meta	Cucha piña, Peckoltia arenaria

<i>Peckoltia vittata</i> Steindachner, 1881	Meta, Vita	Piña
<i>Peckoltia</i> sp3	Amazonas, Meta, Orinoco	Cucha roja
<i>Peckoltia</i> sp4	Orinoco, Meta	Cebra fina
<i>Loricariidae</i> gen. sp3	Amazonas, Inirida	Panaque azul
<i>Peckoltia</i> sp5.	Vita, Meta	Cucha cebra,
<i>Pseudorinelepis genibarbis</i> Valenciennes, 1840	Amazonas	Cucha naranja
<i>Rineloricaria hasemani</i> Isbrücker & Nijssen, 1979	Amazonas	Pez gato
<i>Rineloricaria lanceolata</i> Günther, 1868	Amazonas, Arauca	Pez gato lanceolado cola de latigo
<i>Rineloricaria microlepidogaster</i> Regan, 1904	Amazonas, Orinoco	Pez gato, Cola de latigo, Loricaria
<i>Rineloricaria teffeana</i> Steindachner, 1879	Amazonas	Loricaria blanca
<i>Hypostomus</i> sp4	Amazonas	Hypostomo
<i>Sturisoma aureum</i> Steindachner, 1900	Magdalena, San Jorge, Atrato, Baudó	Palito, Policía Magdalena
<i>Sturisoma panamense</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Magdalena, Sinú, Atrato, Baudó, San Juan	Policía, Alcalde, Palito, Pitero, Chuzo, Esturesoma

Tabela 2. Espécies da família Loricariidae reconhecidas distribuídas nas bacias hídricas na colômbia. Adaptado de Sanabria et al; 2005.

Espécie	Localização	Nome vulgar na colômbia
<i>Brochis splendens</i> . Castelnau, 1855	Amazonas, Putumayo, Inírida	Corredora Gigante
<i>Corydoras aeneus</i> . Gill, 1858	Orinoco, Guaviare, Meta	Corredora Verde
<i>Corydoras agassizii</i> Steindachner, 1876	Amazonas, Putumayo	Agazisi
<i>Corydoras arcuatus</i> Elwin, 1939	Amazonas	Corredora Tabatinga
<i>Corydoras axelrodi</i> Rössel, 1962	Vichada, Meta, Arauca	Corredora Decker
<i>Corydoras bondi</i> Gosline, 1940	Vichada, Meta, Arauca	Corredora Bondi
<i>Corydoras concolor</i> Weitzman, 1961	Orinoco	Corredora Concolor
<i>Corydoras delphax</i> Nijssen & Isbrücker, 1983	Orinoco, Inirida	Corredora cochinito
<i>Corydoras elegans</i> Steindachner, 1876	Amazonas, caqueta	Corredora Elegante
<i>Corydoras habrosus</i> Weitzman, 1960	Orinoco	Corredora habrosus
<i>Corydoras hastatus</i> Eigenmann & Eigenmann, 1888	Amazonas	Corredora sal y pimienta

<i>Corydoras julii</i> Steindachner, 1906	Amazonas, Inírida	Corredora leopardo
<i>Corydoras leucomelas</i> Eigenmann & Allen, 1942	Amazonas, Putumayo, Caquetá, Inírida	Corredora de aleta negra
<i>Corydoras loxozonus</i> Nijssen & Isbrücker, 1983	Orinoco, Guaviare, Meta	Corredora loxozonus
<i>Corydora melanistius</i> Regan, 1912	Orinoco, Inírida	Corredora Cochinito
<i>Corydoras melanotaenia</i> Regan, 1912	Meta	Corredora Verde
<i>Corydoras melini</i> Lönnberg & Rendahl, 1930	Caquetá, Guainía, Guaviare, Meta	Corredora Melini
<i>Corydora metae</i> Eigenmann, 1914	Meta	Coreadora Meta
<i>Corydoras nanus</i> Nijssen & Isbrücker, 1967	Amazonas, Arauca	Mini Corredora
<i>Corydoras punctatus</i> Bloch, 1794	Amazonas, Orinoco, Guaviare	Corredora Pintatus
<i>Corydoras rabauti</i> La Monte, 1941	Amazonas, Meta	Corredora rabauty
<i>Corydoras reticulatus</i> Fraser-Brunner, 1938	Amazonas, Orinoco	Corredora Reticulatus
<i>Corydoras reynoldsi</i> Myers & Weitzman, 1960	Caqueta	Corredora asher
<i>Corydoras septentrionalis</i> Gosline, 1940	Orinoco, Meta	Corredora olgas
<i>Corydoras sodalis</i> Nijssen & Isbrücker, 1986	Orinoco, Meta	Corredora reticulada
<i>Corydoras trilineatus</i> Cope, 1872	Putumayo, Caqueta	Corredora juli
<i>Dianema longibarbis</i> Cope, 1872	Amazonas, Arauca	Hoplo Leticia, Diadema
<i>Lepthoplosternum pectorale</i> Boulenger, 1895	Amazonas	Hoplo
<i>Megalechis thoracata</i> Valenciennes 1840	Amazonas, Putumayo, Orinoco, Guaviare, Meta	Hoplo tigre,

Tabela 3. Espécies da família Callichthyidae reconhecidas distribuídas nas bacias hídricas na colômbia. Adaptado de Sanabria et al. (2005).