

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**EXTRATO HIDROALCOLICO DE PITAYA
(*Hylocereus guatemalensis*) SEUS EFEITOS NA COLORAÇÃO
E NA ATIVIDADES ANTIOXIDANTES DE BETTAS MACHOS
AZUIS (*Betta splendens*)**

PATRICIA DO CARMO GAUER

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020**

**EXTRATO HIDROALCOLICO DE PITAYA (*Hylocereus guatemalensis*)
SEUS EFEITOS NA COLORAÇÃO E NA ATIVIDADES
ANTIOXIDANTES DE BETTAS MACHOS AZUIS (*Betta splendens*)**

PATRICIA DO CARMO GAUER

Orientadora: Prof^ª. Dra. Claucia Aparecida Honorato

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G266e Gauer, Patrícia Do Carmo

EXTRATO HIDROALCOLICO DE PITAYA(*Hylocereus guatemalensis*) SEUS EFEITOS NA COLORAÇÃO E NA ATIVIDADES ANTIOXIDANTES DE BETTAS MACHOS AZUIS (*Betta splendens*) [recurso eletrônico] / Patrícia Do Carmo Gauer. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Cláucia Aparecida Honorato .

Coorientadora: Higo Andrade Abe.

TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Atividade antioxidante. 2. Hepatoprotetor. 3. Peixes ornamentais. I. Honorato, Cláucia Aparecida. II. Abe, Higo Andrade. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**EXTRATO HIDROALCOLICO DE PITAYA (*Hylocereus guatemalensis*)
SEUS EFEITOS NA COLORAÇÃO E NA ATIVIDADES
ANTIOXIDANTES DE BETTAS MACHOS AZUIS (*Betta splendens*)**

Por

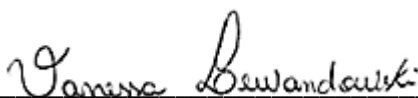
Patricia do Carmo Gauer

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

Aprovado em: 04 de dezembro de 2020.



Profª Dra. Cláudia Aparecida Honorato
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dr. Vanessa Lewandowsky
Membro da Banca – UFGD/FCA



MSc. Heriberto Gimênes Junior
Membro da Banca – Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, que não mediram esforços para que eu estivesse aqui no dia de hoje realizando um grande sonho.

AGRADECIMENTOS

Hoje eu vim falar om Deus por tudo que me deu, não pedir, somente agradecer. Obrigada por nunca me abandonar. Sou tão abençoada que ele colocou três anjos no meu caminho, Deuzeli Gauer, Jacó Gauer e Jean Gauer, meus pais e meu irmão, sem o apoio de vocês eu não teria chego onde cheguei, nenhuma palavra é capaz de descrever meu amor por vocês e minha gratidão. Falando em anjos, não posso esquecer da minha orientadora Claucia Honorato, que já nem posso chamar somente de professora pois se tornou uma amiga, obrigada pelos ensinamentos na ciência e pelos ensinamentos na vida, conselhos, puxões de orelha e pela água saborizada rsrs. Agradeço a minha turma, André Simon, Barbara Libano, Lucas Lima, Michael Blank, jamais esquecerei dos momentos que passamos juntos, e principalmente a vocês Natalia Azola, Larissa Dorce, Tuanny Trindade, Giovana Fonseca, Sabrina Barbosa, Henrique Momo, Natiele Inacio, Heloisa Nantes e Igor Oliveira, por toda amizade, suporte e apoio que recebi de vocês na elaboração desse trabalho, e não menos importante, minha dupla, JJ, Jean Melo e Jéssica Silva, eu sou tão grata aos dois, eu levarei vocês comigo por toda minha vida, obrigada por absolutamente tudo, amo vocês. Obrigada UFGD, colaboradores, a todos meus professores, técnicos e a cada um que de alguma maneira já tenha passado no meu caminho e deixado um pouco de si na minha história.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Aquicultura ornamental no Brasil	3
2.2. Extrato de pitaya e coloração dos animais	3
2.3 Atividade oxidativa e enzimática	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Material Vegetal.....	7
3.2. Análise química das dietas contendo extrato de casca de pitaya	7
3.3. Animais.....	7
3.4. Ensaio de alimentação	7
3.5. Análise enzimática	9
3.6. Procedimento estatístico	9
4. RESULTADOS	11
5. DISCUSSÃO	14
6. CONCLUSÃO	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Consumo de dietas dos peixes <i>B. splendens</i> machos alimentados com níveis crescentes de extrato hidro alcóolico de casca de pitaya. No eixo Y, consta informações sobre porcentagem da inclusão do ECP, em ordem crescente.....	12

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Enzimas digestivas (Fosfatase Alcalina), metabólicos proteico (alanina aminotrasferase (ALT) e aspartato aminotrasferase (AST) e albumina. Enzimas oxidativas (superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) de bettas machos submetidos a dietas com adição de EPC.....	08
TABELA 2. Índices de coloração de <i>B. splendens</i> machos alimentados com níveis crescentes de extrato hidroalcolico de casca de pitaya.....	11
TABELA 3. Índices de crescimento de <i>B. splendens</i> machos alimentados com níveis crescentes de extrato hidro alcólico de casca de pitaya.....	12

GAUER, Patrícia do Carmo. **EXTRATO HIDROALCOLICO DE PITAYA (*Hylocereus guatemalensis*) SEUS EFEITOS NA COLORAÇÃO E NA ATIVIDADES ANTIOXIDANTES DE BETTAS MACHOS AZUIS (*Betta splendens*) 2020**. 38 Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição do extrato hidroalcolico de casca de pitaya (*Hylocereus guatemalensis*) e os efeitos de sua inclusão em dietas de betas machos azuis (*Betta splendens*), em relação ao conteúdo de enzimas digestivas, metabolismo hepático e atividade antioxidante. Foram utilizados 20 juvenis de *Bettas splendens* machos de coloração azul ($1,51 \pm 0,66$ g e $58,20 \pm 4,03$ mm) provenientes da mesma ninhada, subdivididos em quatro grupos, com cinco exemplares por tratamento. As dietas comerciais (40,88% PB e 4374,8 Kcal kg^{-1}) foram acrescidas de extrato hidroalcolico de casca de pitaya nas concentrações (controle; 0,24; 0,45 e 0,90mg de EHCP /kg de ração). Os peixes foram alimentados por 21 dias até a saciedade aparente. A inclusão de 0,24 e 0,45mg EHCP promoveu os melhores resultados de desempenho zootécnico. Não houve alteração na coloração dos peixes. A atividade digestiva observou-se aumento da atividade da fosfatase alcalina apenas quando fora suplementado 0,45 mg.kg^{-1} EHAP. As demais enzimas digestivas não apresentaram diferença significativa. Nas enzimas hepáticas ensaiadas não houve diferença significativa para AST e albumina. A inclusão de 0,45 e 0,90 mg.kg^{-1} EHAP promoveu diminuição da atividade da ALT hepática. Observou-se aumento da atividade da CAT na pele dos peixes alimentados com dietas acrescidas de EHAP. Os resultados obtidos indicam que a adição de EHAP na dieta de betas machos azuis auxilia na função digestiva e apresenta efeito hepatoprotetor que pode ser atribuída a ação antioxidante dos compostos presentes na casca da pitaya.

Palavra chave: atividade antioxidante, hepatoprotetor, peixes ornamentais

ABSTRACT

PITAYA HYDROCOLLOIC EXTRACT (*Hylocereus guatemalensis*) ITS EFFECTS ON COLORING AND ANTIOXIDAN-TEs ACTIVITIES OF BETTAS MALES BLUE (*Betta splendens*)

The objective of this study was to evaluate the composition of pitaya bark hydroalcoholic extract (*Hylocereus guatemalensis*) and the effects of its inclusion in diets of blue male betas (*Betta splendens*), about digestive enzyme content, liver metabolism, and antioxidant activity. Twenty juveniles of blue male Bettas splendens (1.51 ± 0.66 g and 58.20 ± 4.03 mm) from the same litter were used, subdivided into four groups, with five specimens per treatment. The commercial diets (40.88% CP and 4374.8 Kcal kg⁻¹) were added to pitaya bark alcohol extract at concentrations (contro-le; 0.24; 0.45 and 0.90 mg.kg⁻¹ EHAP). The fish were fed for 21 days at the apparent satiety. The inclusion of 0.24 and 0.45 mg.kg⁻¹ EHAP promoted the best results of zootechnical performance. There was no change in fish color. Digestive activity increased alkaline phosphatase activity only when 0,45 mg.kg⁻¹ EHAP. The other digestive enzymes showed no significant difference. In the liver enzymes tested there was no significant difference between AST and albumin. The inclusion of 0.45 and 0.90 mg.kg⁻¹ EHAP promoted a decrease in hepatic ALT activity. There was an increase in cat activity in the skin of fish fed diets of EHAP. The results obtained indicate that the addition of EPAH in the diet of blue males betas assists in digestive function and has a hepatoprotective effect that can be attributed to the antioxidant action of the compounds present in the pitaya bark.

Keywords: antioxidant activity, hepatoprotective, ornamental fish

1. INTRODUÇÃO

A produção de peixes ornamentais evidencia uma posição de destaque no mercado internacional, sendo 80% a 90% proveniente de água doce (SALES et al., 2016). O Brasil destaca-se como um grande produtor e apresenta grande potencial para piscicultura ornamental, levando em consideração seu clima e oportunidades como fonte de renda (RIBEIRO et al., 2010). Dentre as espécies de água doce comercializadas, o *Betta Splendens*, peixe de origem asiática (FOSSE et al., 2013), destaca-se por ser um animal de grande beleza, ter uma alta variedade de cores, tamanhos, e formatos da nadadeira caudal, características levadas em consideração na hora de escolher esta espécie (FARIA et al., 2006).

A cor é um dos principais fatores para fomentar a comercialização e escolha pelo mercado consumidor de peixes ornamentais (KUMAR et al., 2017). Uma das formas de manter e aperfeiçoar a coloração destas espécies de peixes é através da utilização de pigmentos na sua alimentação (MAITI et al., 2017), sendo a prospecção por fontes naturais uma demanda (Cal et al., 2017). Na intenção de melhorar o aspecto de peixes destinados ao consumidor, usa-se a adição de pigmentos naturais em dietas para intensificar a coloração dos peixes ornamentais (CUNHA et al, 2009).

Devido à presença de substâncias biologicamente ativas nas frutas e nos resíduos vegetais, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o intuito de desenvolver produtos que forneçam benefícios aos consumidores e concomitantemente reduzam as perdas econômicas e agreguem valor a estas matérias-primas (PEREIRA et al. 2009). Visando o aproveitamento dos resíduos vegetais por meio da exploração do potencial benéfico, justifica-se este estudo a análise de coprodutos do processamento. O processamento destes alimentos pelas indústrias produz toneladas de subprodutos com potencial biológico, incluindo compostos bioativos e fibras alimentares (VETRANI et al. 2013), que permanecem inexplorados e prontamente a serem viabilizados e utilizados em vez de serem tratados como resíduos agrícolas (ROSSOL et al., 2012). Além do efeito socioambiental ressalta-se que a maior quantidade de atividade antioxidante é observada na casca dos frutos (NEVES et al., 2012), com a finalidade de defesa da planta.

A ação das enzimas antioxidantes no organismo não é capaz de minimizar totalmente os danos causados pelos radicais livres (SILVA et al. 2016), produzidos durante os processos metabólicos ou pela exposição do organismo a fatores exógenos (CAMPOS E LEME, 2018). Em contrapartida, o potencial protetor de alguns alimentos vem se difundido, aumentando o interesse por substâncias que possam impedir sua formação (ROCHA et al. 2016).

Esta ação protetora se dá, principalmente, pela presença de compostos bioativos, que são provenientes de uma dieta variada, visando o aproveitamento de alimentos ricos em nutrientes, com destaque para os compostos fenólicos, antocianinas, carotenoides e flavonoides (PALLAUF et al., 2013), produzidos a partir do metabolismo secundário das frutas e vegetais. Esses compostos fenólicos apresentam uma reação antioxidante através de seus mecanismos, dentre seus aspectos, inclui-se a capacidade de remoção de radicais livres, e a inibição de compostos reativos durante o curso normal do metabolismo, evitando a ocorrência de danos as proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos, e consequentes a lesão celular (ZHANG et al., 2008).

A pitaya e o fruto dos cactos *Hylocereus polyrhizus*, apresenta polpa e casca de cor vermelha intensa, oriunda de pigmentos conhecidos como betalaínas (WONG e SIOW, 2015), o que a torna interessante como fonte de corantes naturais, além disso o fruto apresenta grandes quantidades de compostos polifenóis, antioxidantes e fibra dietética (OMIDIZADEH et al., 2011). As betalaínas são o principal grupo de compostos fenólicos presente no fruto da pitaya, as quais são divididas em betaxantinas, responsáveis pela coloração amarela, e as betacianinas, responsáveis pela coloração vermelho-púrpura (STRACK et al., 2003). As betalaínas são uma alternativa interessante, pois são mais hidrofílicas e têm maior força tintorial (STINTZING e CARLE, 2007), e são adequadas para aplicação em alimentos pouco ácidos e neutros devido à sua estabilidade em pH 3 a 7 (MONTES-LORA et al., 2016).

Com base na atividade antioxidante da pitaya, a estabilidade das betalaínas como corante dá a perspectiva de utilizar este produto como promotor de coloração em dietas para peixes azuis (CELLI e BROOKS, 2017). A utilização de corantes naturais vem sendo feita na alimentação de peixes ornamentais para promover aumento da coloração (EATON et al., 2016), no entanto, poucos esforços vêm sendo observados para verificar se há respostas de coloração e de saúde em peixes azuis suplementados com corantes naturais.

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição do extrato hidroalcolico de casca de pitaya (*Hylocereus polyhii*) e os efeitos de sua inclusão em dietas de betas machos azuis (*Betta splendens*), em relação ao conteúdo de enzimas digestivas, metabolismo hepático e atividade antioxidante.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aquicultura ornamental no Brasil

A aquicultura ornamental é uma atividade que apresenta boa rentabilidade e se encontra em plena expansão (FRIES et al., 2014). Sendo uma atividade muito lucrativa, o mercado de peixes ornamentais é considerado um dos setores mais lucrativos da piscicultura brasileira e vem se expandindo rapidamente com o aumento na demanda mundial e as facilidades para exportação (ZUANON et al., 2011).

O Brasil é um país rico em recursos aquícolas, possuindo cerca de 12% de toda água doce do planeta com mais de 8 mil km³ (ANA, 2019). Considerado o maior celeiro de peixes ornamentais de água doce do mundo, o Brasil possui dois polos principais: a região amazônica e o pantanal mato-grossense (IGARASHI et al., 2001). Com aproximadamente 21% das espécies de peixes de água doce catalogadas, a diversidade desses animais no Brasil está entre as mais ricas e heterogêneas do planeta (BURGER et al., 2011).

Os peixes ornamentais são animais associados a grande beleza, coloração e modelos distintos de caldas, está afirmação pode se dizer correta quando falamos do peixe *Betta splendens*, muito aclamado pelo mercado consumidor por sua grande beleza e variedade de cores (RIBEIRO et al., 2010). Conhecido como peixe de briga ou internacionalmente como siamese Fighting fish, o betta é um dos peixes com maior destaque na piscicultura ornamental brasileira (SANTOS et al. 2016). O *Betta splendens* é uma das espécies mais fáceis de criar, dentre os peixes ornamentais de água doce (SANTOS et al., 2019). Apresenta diversas características favoráveis, destacando-se principalmente sua variedade de cores e nadadeiras, respiração aérea acessória, o que permite sua criação em aquários menores sem aeração, sua alta rusticidade, boa adaptação e elevada demanda (LEMOS et al., 2014). As linhagens encontradas atualmente são resultado de longos anos de seleção feita por pesquisadores e criadores, visando suprir o interesse do mercado consumidor com as características fenóticas desejáveis, como coloração intensa e belas nadadeiras (FARIA et al., 2006).

2.2. Extrato de pitaya e coloração dos animais

Nos últimos anos, crescentes estudos confirmaram que adição de frutas na dieta proporcionaram proteção a algumas doenças causadas pelo estresse oxidativo. (REDDY e KATAN, 2004). Isto atribui-se devidos a sua composição rica em antioxidantes, especialmente carotenoides, flavonoides, compostos fenólicos e antocianinas, que são conhecidos por ter capacidade de procurar radicais livres e inibir a peroxidação (SIMIRGIOTIS e SCHMEDA-

HIRSCHMANN, 2010). Portanto, tornou-se um hábito incorporar extratos vegetais em diversas dietas, afim de suplementar e enriquecer estes alimentos (TENORE, et al., 2012).

Recentemente, foi dada especial atenção aos resíduos material resultante do processamento industrial de frutas e vegetais como uma boa fonte de compostos bioativos, vê se no descarte de materiais uma oportunidade de utilização dos extratos dos subprodutos, em aplicações alimentares funcionais, devido a saúde e benefícios tecnológicos (MAKRIS, et al., 2007).

Originada no México, a pitaya (*Hylocereus polyrhizus*), também conhecida como fruta do dragão vem ocupando uma posição de destaque no Brasil nos últimos anos, por sua composição rica em bioativos (NEHRING et al, 2016). Além disso, recentes estudos indicam que a pitaya apresenta diversos teores de compostos antioxidantes (DEMBITSKY *et al.*, 2011), sendo considerada uma fruta bastante aclamada como subproduto por sua composição química rica em antioxidante, pigmentos naturais (MUHAMMAD et al., 2014) e principalmente por suas propriedades bioativas (HOR et al.,2012).

Esses compostos bioativos, tais como vitaminas, compostos fenólicos e pigmentos, são em sua maioria metabólitos secundários (NUNES, et al., 2014). Os compostos fenólicos fazem parte da composição de pigmentos das flores (SIQUEIRA et al. 1991). Dentre os pigmentos presentes nas pitayas encontram-se as betalainas, que são compostos N-heterocíclicos solúveis em água, localizados principalmente nos vacúolos das plantas. As betalaínas se dividem em dois grupos distintos, as betacianinas e betaxantinas (WYBRANIEC et al. 2007). As betacianinas apresentam geralmente cor vermelho-púrpura tais compostos são derivados do Ácido Betalamico que são responsáveis por sua coloração vermelha característica (MARAÑÓN-RUIZ et al., 2011) e as betaxantinas cor amarelo-alaranjado, e compõem diferentes cores em flores e frutos, ademais disso as betalainas são identificadas como forte antioxidante natural (STRACK et al. 2003). Tal atividade antioxidante da betalaina é conferido ao grupo fenólico e ao grupo de amino cíclico presentes na sua estrutura, para que pudessem doar átomos de hidrogénio ou elétrons para os radicais livres (MORENO et al., 2008). Ensaios clínicos testemunham que a adição de frutas na alimentação influencia beneficemente sobre o balanço detox dos danos oxidativos decadentes no corpo de lipídeos (CHÁVEZ et al., 2015).

A pitaya sendo um alimento rico em betacianinas, é grandemente usada como aditivo alimentar, por seus corantes naturais e não tóxicos (PEROTTI et al., 2010). O mercado consumidor está cada vez mais exigente com beleza e coloração de seus animais, mas com o estresse diário que esses animais são expostos, acabam afetando esses aspectos, portanto uma saída utilizada atualmente é o uso de aditivos naturais na ração (REZENDE., 2010). Ao utilizar

aditivos na ração agrega-se valor a estes animais perante o mercado consumidor nacional e internacional, percebido as vantagens que carotenoides viabilizam, quanto a combate dos radicais livres, aumento de resposta imunológica, redução de estresse e auxiliando no bem estar animal (SHINDO et al., 2007).

2.3 Atividade oxidativa e enzimática

O desenvolvimento de qualquer animal decorre de sua digestão, e de como ele absorve esses nutrientes, tal como interação metabólica e seus ajustes. A capacidade de digestão se dá pela habilidade do animal em secretar enzimas no trato e hidrolisar polímeros nos alimentos e seus monômeros, a quantidade de enzimas variam de acordo com os nutrientes agregados nos alimentos (STECH et al., 2009). Enzimas são um grupo de proteínas que desempenham funções fundamentais no metabolismo atuando como catalisadoras de processos bioquímicos (LEHNINGER et al., 1995), sendo uma de suas funções a habilidade de decompor moléculas complexas menores, além de exercer um papel significativo na degradação de matéria orgânica, deterioração de alimentos e infecção de hospedeiros (SOARES et al., 2010).

A habilidade de um animal utilizar nutrientes ingeridos em sua alimentação depende da presença suficiente e adequada de enzimas em seu trato digestório (TENGGAROEK et al., 2000). Usualmente a distribuição e a intensidade da atividade das enzimas liberadas pelo corpo, depende de seus hábitos alimentares (SABAPATHY et al., 1993). Porém o valor nutritivo empregado a um alimento não depende apenas da sua composição, mas também da sua habilidade em que um animal tem de digerir-lo e absorver-lo, isso varia bastante em função das condições ambientais, espécies e qualidade da ração ingerida (HEINITZ et al., 2018).

Após a ingestão alimentar o alimento enfrentará mudanças físico-químicas ao longo do trato intestinal, para então posteriormente ser absorvido e metabolizado de acordo com as exigências do animal (REN et al., 2019). Desta maneira, vê-se a determinação da atividade enzimática como fator de grande importância na aquicultura (HOFER e KÖCK., 1989). Sendo responsável pela catalização enzimática metabólica hepática o fígado é um órgão vital para o metabolismo animal, sendo responsável pelos processos de desintoxicação (PEREIRA., 2007).

Portanto, em produções animais de alta escala onde o animal é sujeito a situações de mal-estar e a distúrbios metabólicos, o fígado desempenha um papel fundamental para desintoxicar o organismo (SANTOS et al., 2008). É imprescindível verificar se a lesão hepática em animais submetidos a estresse ou alimentação com aditivos para que o animal tenha boa saúde, as enzimas hepáticas estão presentes no hepatócito e epitélio dos canículos biliares, de

modo que quando apresentam lesão no fígado o corpo aumenta a circulação sanguínea, por conseguinte o aumento da atividade plasmática é indicativo da perda da integridade hepática (SMITH ., 2006).

Existem várias enzimas a serem analisadas para o diagnóstico de lesão hepática, entre elas está o Aspartato amino transferase (AST) e Alanina aminotransferase (ALT) que permitem o diagnóstico de presença de lesão hepática e localização orientar lesão (HOFFMANN et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material Vegetal

As cascas de pitaya (*Hylocereus guatemalensis*) foram adquiridas no município de Itaporã (Itaporã, Mato Grosso do Sul, Brasil) (latitude sul 21° 59' 41,8", longitude oeste W 55° 19' 24,9", e altitude 429 m) em fevereiro de 2019.

3.2. Análise química das dietas contendo extrato de casca de pitaya

As cascas foram secas liofilizadas por 48 h e moídas (moinho tipo Wiley, com peneira de malha de 2 mm). O extrato hidroalcolico foi obtido por maceração, sendo utilizado 20 mL de solução hidroalcolica (50:50) para cada 2 g de matéria seca moída. O material permaneceu em por 7 dias, sob temperatura ambiente (25°C).

No extrato foi determinado a atividade antioxidante (AA) foi realizada por: capacidade de redução do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazil); e pela captura do radical livre ABTS (2,22-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), de acordo com (RUFINO et al. 2007).

3.3. Animais

O ensaio in vivo foi realizado com juvenis de *Bettas splendens* machos de coloração azul ($1,51 \pm 0,66$ g e $58,20 \pm 4,03$ mm) provenientes da mesma ninhada. Os peixes foram divididos em 20 unidades experimentais individuais de 3L em sistema semiestáticos, sem aeração e com trocas parciais de 30% água a cada cinco dias 2 horas após a última alimentação.

Foram monitorados durante o ensaio a temperatura e o oxigênio dissolvido diariamente o pH a alcalinidade e a condutividade semanalmente. Os peixes foram alimentados por um período de 15 dias *ad libitum* duas vezes ao dia. O ensaio foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais do Centro Universitário da Grande Dourados/CEUA, protocolo: 034/17.

3.4. Ensaio de alimentação

Os juvenis de beta foram divididos em quatro grupos (n=20), perfazendo um total de cinco exemplares por tratamento. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia por um período de 21 dias até a aparente saciedade. Foi utilizado uma deita comercial para a espécie (40,88% PB e 4374,8 Kcal kg⁻¹) suplementada com o extrato hidro alcóolico de casca de pitaya para obter as concentrações (controle; 0,24; 0,45 e 0,90mg de ECP /kg de ração) (Tabela 1).

TABELA 1. Composição bromatológica analisada e características antioxidantes de dietas experimentais contendo diferentes níveis de Extrato hidroalcolico de casca de pitaya.

	Dietas (mg.kg⁻¹)			
	Controle	0,24	0,45	0,90
Composition (%)				
Dieta Comercial (g)	100	100	100	100
Extrato de pitaya (mL)	-	12	25	50
Composição bromatológica				
Matéria seca (%)	90,38	90,38	90,38	90,38
Cinzas (%)	10,54	10,54	10,54	10,54
Proteína Bruta (%)	40,88	40,88	40,88	40,88
Extrato Etéreo (%)	10,31	10,31	10,31	10,31
Fibra Bruta (%)	2,46	2,46	2,46	2,46
Energia Bruta (kcal.kg ⁻¹)	4374,8	4374,8	4374,8	4374,8
Características antioxidantes				
ABTS (%)	24,25 ^a	26,60 ^b	29,15 ^c	29,60 ^c
DPPH (%)	5,90	6,15	6,20	5,85

(ABTS) = Radical livre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); (DPPH) = Radical livre 2,2-difenil (1-picril-hidrazil). *Médias seguidas de letras distintas reportam diferença pelo teste de Tuckey (P<0,05).

A tolerância dos peixes foi aferida pela sobrevivência aos protocolos de alimentação diariamente. No 21º dia os peixes foram eutanaziados, mensurados o peso e comprimento e coloração individual para os cálculos de desempenho zootécnico com: Ganho em peso GP= peso final – peso inicial; taxa de crescimento específico: $((\ln \text{ do peso final} - \ln \text{ do peso inicial}) / \text{dias de experimento}) \times 100$; conversão alimentar aparente: CAA = consumo de ração / ganho em peso; Sobrevivência: $S = (\text{número de peixes final} / \text{número inicial de peixes}) \times 100$. E fator de condição: $K = W/L^b$, onde W= peso total, L= comprimento e b= coeficiente angular da relação peso/comprimento).

A coloração dos peixes foi aferida com a utilização de fotocolorímetro portátil Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta®), por meio de sistema de coordenadas de Hunter L^* , a^* , b^* , que mediu a intensidade de L^* que representa brilho ou luminosidade (-100, preto e +100, branco), a cromaticidade de a^* , representado pelas tonalidades de verde (-100) e vermelho (+100) e a cromaticidade de b^* , representado pelas tonalidade de azul (-100) e amarelo (+100) (Rezende et al, 2012). A quantificação foi realizada na região dorsal, logo abaixo da nadadeira dorsal, no peixe *in vivo*.

Para avaliação da atividade gástrica e hepática do extrato de casca de pitaya, em *Bettas splendens*, foram realizadas as análises de atividade das enzimas digestivas, enzimas do metabolismo hepático e atividade antioxidante.

3.5. Análise enzimática

Para análise das enzimas metabólicas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST), amostras de fígado (100 mg) foram homogeneizadas com tampão fosfato de sódio (glicerol v/v em tampão fosfato de sódio 20 mM e Tris 10 mM - pH 7,0) em homogenizador tipo Potter-Elvehjem. Posteriormente, esta amostra foi centrifugada a 4°C por três minutos a 600 x g e o sobrenadante submetido a uma nova centrifugação por oito minutos a 6000 x g. O sobrenadante foi utilizado para os ensaios enzimáticas ALT e AST. As mensurações da atividade das referidas enzimas foram determinadas por uma modificação do método de Reitman; Frankel (1957). As leituras das amostras foram realizadas por espectrofotometria (espectrofotômetro semiautomático Bioplus S-200), com luz de comprimento de onda apropriado para cada teste.

Para análise das enzimas digestivas, amostras de intestino (100 mg) foram homogeneizadas com tampão fosfato de sódio (glicerol v/v em tampão fosfato de sódio 20mM e Tris 10mM - pH 7,0) em homogenizador tipo Potter-Elvehjem. Posteriormente, esta amostra foi centrifugada a 4°C por três minutos a 600 x g e o sobrenadante submetido a uma nova centrifugação por oito minutos a 6000 x g. O sobrenadante foi utilizado para os ensaios enzimática de amilase, lipase, protease inespecífica e fosfatase alcalina. As leituras das amostras foram realizadas por espectrofotometria (espectrofotômetro semiautomático Bioplus S-200), com luz de comprimento de onda apropriado para cada teste.

A superperóxido desmutase foi testada por auto-oxidação de pirogalol, que é inibida na presença de SOD (BEUTLER, 1984, modificado). As leituras de absorbância foram realizadas em 420 nm, considerando que 1,0 UI inibe 50% a auto-oxidação do pirogalol. A atividade catalase foi avaliada lendo o decaimento de H₂O₂ a 230nm (BEUTLER, 1984). Uma unidade de CAT foi definida como a quantidade de enzima necessária em 1,0μmol de H₂O₂ min⁻¹ de oxidação, e a absortividade molar usada foi (H₂O₂) ε_{λ230} = 0,071mM cm⁻¹. A proteína foi determinada com reagente de Bradford contra uma solução padrão de BSA (KRUGER, 1994).

3.6. Procedimento estatístico

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado contendo quatro concentrações extrato de casca de pitaya (EHCP) na alimentação dos peixes betas (0; 0,24; 0,45 e 0,90mg de ECP /kg de ração) e cinco repetições. A normalidade e homogeneidade da variância dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, em programa Bioestat (versão

5.0). Foi realizada a análise de variância (ANOVA); e quando detectada diferença significativa ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

4. RESULTADOS

A adição de casca de pitaya nas dietas proporcionou aumento da atividade antioxidante pelo método do DPPH e ABTS (Tabela 2).

No presente estudo foram observadas alterações no desempenho zootécnico, com melhores medias de peso, ganho de peso, taxa de crescimento específico e fator de condição relativo, quando foi incluído 0,24 e 0,45mg. EHCP.Kg⁻¹. O grupo controle sem adição de EHAP e no tratamento com a maior concentração 0,9mg. EHCP.Kg⁻¹ obtiveram os menores índices de crescimentos. As medias de comprimento total, comprimento padrão e conversão alimentar não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) independente da concentração de EHAP (Tabela 2).

TABELA 2. Desempenho zootécnico e coloração da pele de *B. splendens* alimentados com diferentes níveis de inclusão de extrato hidro alcóolico de casca de pitaya.

	Dietas (mg.kg ⁻¹)				P
	Controle	0,24	0,45	0,90	
Peso (g)					
GP (g)	0,46±0,15 ^c	0,84±0,11 ^a	0,93±0,40 ^{ab}	0,44±0,33 ^{bc}	0,026*
CT (cm)	66,92±2,90	66,36±4,45	69,47±7,21	65,21±3,95	0,58 ^{ns}
CP (cm)	39,51±1,63	39,56±1,35	40,37±3,48	35,89±5,07	0,172 ^{ns}
Altura (cm)	14,49±1,83 ^{ab}	14,87±0,86 ^a	15,72±1,44 ^a	12,97±0,61 ^b	0,028*
CAA	4,02±2,20	2,42±0,36	2,94±1,77	3,40±1,52	0,472 ^{ns}
TCE (%/dia)	34,15±0,39 ^b	32,09±0,23 ^a	35,13±0,80 ^{ab}	34,06±1,01 ^b	0,035*
Kr	6,62±0,00 ^b	1,70±0,01 ^a	1,94±0,02 ^{ab}	4,69±0,01 ^b	0,04*
Coloração da pele					
L*	34,83±3,55	32,07±4,14	31,75±3,89	31,79±2,84	0,49 ^{ns}
a*	-0,91±4,65	-0,06±4,61	-0,70±3,60	0,57±2,31	0,93 ^{ns}
b*	-10,64±4,94	-15,32±3,71	-12,31±5,11	-12,24±3,75	0,43 ^{ns}

*Médias seguidas de letras distintas reportam diferença pelo teste de Tuckey ($P<0,05$); Dados expressos em média ± desvio padrão. GP(mg)= Ganho em peso; CT(cm)= Comprimento Total; CP(cm)= Comprimento Padrão; CAA= Conversão Alimentar; TCE(%/dia)= Taxa de Crescimento Especifico; Kr= Fator de Condição relativo.

O aumento da inclusão de EHCP não promoveu alteração na coloração de peixes betas azuis (Figura 1).

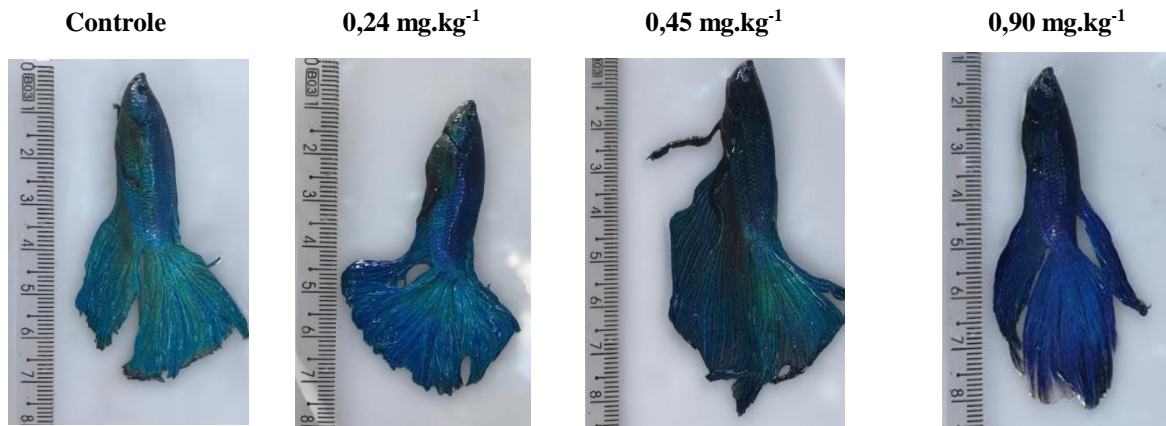


Figura 1. Efeito da inclusão de extrato hidro alcóolico de casca de pitaya na pigmentação da pele de *B. splendens* machos azuis. FONTE: Acervo da autora.

Entre as enzimas digestivas observa-se aumento na atividade da fosfatase alcalina (FA) apenas quando fora suplementado 0,45 mg.kg⁻¹ EHCP. No entanto não foi observado diferenças na protease, amilase e lipase digestivas em qualquer nível de inclusão de EHCP (Tabela 3).

Nas enzimas hepáticas ensaiadas não houve diferença significativa para AST e albumina. A inclusão de 0,45 e 0,90 mg.kg⁻¹ EHCP promoveu diminuição da atividade da ALT hepática (Tabela 3). Observou-se aumento da atividade da CAT na pele dos peixes alimentados com dietas acrescidas de EHCP, entretanto não foi observado alteração na atividade da SOD independentemente do nível de inclusão do EHCP (Tabela 3).

TABELA 3. Atividade das enzimas digestivas, enzimas metabólicas e enzimas antioxidantes.

	Dietas (mg.kg ⁻¹)				P
	Controle	0,24	0,45	0,90	
Enzimas digestivas (U/mg prot)					
Protease inespecífica	398,33±155,15	314,83±162,10	317,95±172,12	381,94±121,13	0,2078
Amilase	0,36±0,05	0,36±0,10	0,37±0,08	0,35±0,07	0,82
Lipase	46,19±4,10	43,75±4,45	40,65±5,33	48,79±5,39	0,002
Fosfatase alcalina	42,00±5,40 ^b	40,75±11,39 ^b	171,00±80,02 ^a	49,20± 3,89 ^b	< 0.0001
Enzimas metabólicas					
ALT (U.ml ⁻¹)	892,00± 31,14 ^a	813,75±19,64 ^a	633,00±29,47 ^b	603,75±14,6 ₂ ^b	< 0.0001
AST (U.ml ⁻¹)	859,60±31,19	879,50±82,96	774,00±21,41	761,25±23,9 ₅	< 0.0001
Albumina (g.dl ⁻¹)	0,13±0,01	0,12±0,01	0,12±0,02	0,12±0,03	0,0975
Enzimas antioxidantes (U/mg prot)					
SOD	4,13±0,75	3,65±0,54	4,20±0,55	4,12±0,29	0,038
CAT	55,67±9,02 ^b	88,5±6,36 ^a	73,33±2,08 ^a	77,00±2,88 ^a	< 0.0001

ALT - Alanina Aminotrasferase; AST- Aminotransferase de Aspartate; SOD- Superóxido Dismutase; CAT- Catalase. *Médias seguidas de letras distintas reportam diferença pelo teste de Tuckey ($P < 0,05$); Dados expressos em média \pm desvio padrão.

5. DISCUSSÃO

Observou-se aumento da atividade antioxidante das dietas acrescidas de EHAP. Estas características são reportadas a presença de ativos presentes na casca de pitaya (DAS et al., 2020). Uma característica interessante da pitaya é a presença de betalaina (HARIVAINNDARAN et al., 2008) e betacianinas (WONG e SIOW, 2015) que que apresentam alta capacidade antioxidante. Esses pigmentos são solúveis em água, o que tem mostrado características atrativas para usos potenciais, como corantes alimentares, antioxidantes e / ou aplicações farmacológicas (DAS et al., 2020).

Produtos ricos em betacianinas apresentam geralmente cor vermelha derivadas Ácido Betalamico (MARAÑÓN-RUIZ e TORRE, 2011) que apresenta atividade biológica na eliminação de radicais livres (CELLI e BROOKS, 2017) e benefícios a saúde animal (SAWICKI et al., 2020). A ação de compostos contendo ativos nutricionais como corantes na alimentação animal pode exercer efeito benéfico no desempenho zootécnicos dos peixes, promovendo melhor desempenho (NHAN et al., 2019; Vanegas-Espinoza et al., 2019; Rashidian et al., 2020). Em nosso trabalho foi observado que utilização de 0,24 e 0,45 mg.kg⁻¹ de EHCP na alimentação de *B. splendens* promoveu melhora no ganho em peso e altura. Destaca-se que não houve diferença na conversão alimentar o que garante que o consumo de dietas foi efetivo durante o ensaio e metabolizado pelo trato digestório destes peixes de forma eficiente.

Não foi observado alteração na coloração dos peixes submetidos a alimentação com a inclusão de EHCP. Alguns produtos apesar da presença de pigmentos na sua composição quando adicionados em dietas para peixes não confere alteração na coloração da pele, podemos destacar a utilização do óleo essencial de pimenta rosa para o mato grosso (*Hyphessobrycon eques*) (PORTO et al., 2020a) e com adição de óleo de polpa de bacuri (*Attalea phalerata* Mart. ex Spreng) (PORTO et al., 2020b). A pigmentação dos peixes está associada a espécie de peixes, a capacidade do corante em pigmentar e a concentração deste na dieta (LI et al., 2017) e principalmente a forma de inclusão (DETHLEFSEN et al., 2016). Devemos nos atentar que a busca por corantes capazes de conferir aumento de coloração azul ainda é **insipiente**. Mas ressalta-se que as antocianinas em pH neutro tende a se mostrar de coloração azul violeta (GUIMARÃES et al., 2012).

A ação de aditivos nutricionais em dietas para peixes pode ter efeito no aproveitamento da digesta assim como no processo de metabolização (CARMO OTA et al., 2019). Os estudos enzimáticos foram então realizados com intuito de verificar a ação do EHCP nos betas. Peixes

beta apresentam grande plasticidade frente ao substrato específico, sendo que as enzimas digestivas do trato digestório consideradas de caráter indutivo (DORCE et al., 2020). O efeito benéfico proporcionado pelo uso de plantas na alimentação de peixes é um dos motivos para a inclusão destes ativos (MORAES, 2019). O modo de ação dessas plantas e seus derivados são atribuídos à presença de muitos componentes do princípio ativo (AWAD et al., 2013) diretamente relacionada à assimilação de compostos dietéticos (Vanegas-Espinoza et al., 2019) a presença de antocianinas (GUIMARÃES et al., 2012) a presença de betalaínas (KOURY ABREU e REIS, 2020)

Observou-se neste estudo com machos de betas que a inclusão $0,45\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de EHCP promoveu aumento da atividade da fosfatase alcalina, isso evidencia a ação das betalaínas no trato digestório. Ressalta-se que o aumento da atividade a fosfatase alcalina (FA) corresponde à uma maior absorção de nutrientes pelo trato digestório. O aumento da atividade da FA intestinal estimulado pela inclusão de produtos naturais foi reportando para *Oreochromis niloticus* (CARMO OTA et al., 2019). Estudos revelam que esta enzima está envolvida na absorção de nutrientes tais como lipídeos, glicose, cálcio e fosfato inorgânico (TENGGAROEKUI et al., 2000). Algumas substâncias podem agir como protetoras gástricas ou até mesmo como estimulantes na produção de enzimas digestivas (AYYAT et al., 2018). O que apresenta benefícios a saúde e bem-estar dos peixes. O estímulo a produção de enzimas pela presença de algum alimento específico está associado tanto a produção como a modulação da expressão genica no hepatopâncreas (FUENTES-QUESADA et al., 2018).

Observou-se que o EHCP apresentou efeito hepatoprotetor pela diminuição da atividade da ALT. O aumento da atividade da AST e ALT são consideradas resposta do organismo a estressores e ao metabolismo nutricional e é considerado um indicativo de órgão lesionado ou danificado (MENG et al., 2018). Portanto, a diminuição da atividade estas enzimas podem ser atribuídas a presença de compostos na dieta como a betalaínas que possui atividade antioxidante. Algumas plantas são reportadas na literatura como eficiente em promover melhoras na resposta antioxidante e no estado imunológico (SONG et al., 2017; WANG et al., 2018; NUNES et al., 2019). A importância de corantes naturais como os carotenoides seu papel na coloração e eliminação de radicais livres ainda é muito primário (HŮRAK et al., 2006), contudo possuem efeito no funcionamento saudável dos sistemas e evitam a sua oxidação (HARTLEY e KENNEDY 2004).

Enzimas antioxidantes endógenas desempenham um papel crucial na eliminação de derivados de oxigênio reativos prejudiciais, que foram indicadores importantes da resposta antioxidante (ALIKO et al., 2018). No presente trabalho a suplementação com EHCP aumento

significativamente a atividade da CAT. O aumento da atividade das SOD e CAT foram observadas com o uso de astaxantina (LI ET al., 2019). Apesar o aumento da atividade antioxidante na pele de betas machos azuis não observou nenhuma mudança na coloração dos peixes. Há relatos principalmente que para maior expressão da coloração há necessidade de aumentar a disponibilidade de outros antioxidantes (não pigmentares) (PÉREZ et al., 2008).

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que a adição de EHCP na dieta de betas machos azuis auxilia na função digestiva e apresenta efeito hepatoprotetor que pode ser atribuída a ação antioxidante dos compostos presentes na casca da pitaya.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL-GAWAD, E. A.; EL ASELY, A. M.; SOROR, E. I.; ABBASS, A. A.; AUSTIN, B. Effect of dietary *Moringa oleifera* leaf on the immune response and control of *Aeromonas hydrophila* infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Aquaculture International**, v. 28, n. 1, p. 389-402, 2020.

ABREU, C. W.; LOPES, O. C.; PINTO, M. K.; OLIVEIRA, A. L.; CARVALHO, M. B. G.; BARCELO, P. F. M. Physicochemical characteristics and total antioxidant activity of red and white pitaya. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 4, p. 665-661, 2012.

ALIKO, V.; QIJIRO, M.; SULA, E.; MORINA, V.; FAGGIO, C. Antioxidant defense system, immune response and erythron profile modulation in gold fish, *Carassius auratus*, after acute manganese treatment. **Fish And Shellfish Immunology**, v. 76, n. 1, p. 101-109, 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEMANETO BÁSICO. Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta. ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913-117>. Acesso em: 24 Ago. 2020.

AWAD, E.; AUSTIN, D.; LYNDON, A. R. Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (walbaum). **Aquaculture**, v. 388, n. 1, p. 388-391, 2013.

AYYAT, M. S.; AYYAT, A. M. N.; AL-SAGHEER, A. A.; EL-HAIS, A. E. A. M. Effect of some safe feed additives on growth performance, blood biochemistry, and bioaccumulation of aflatoxin residues of Nile tilapia fed aflatoxin-B1 contaminated diet. **Aquaculture**, v. 495, p. 27-34, 2018.

BURGER, R.; ZANATA, A. M.; CAMELIER, P. Estudo taxonômico da ictiofauna de água doce da bacia do Recôncavo Sul, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 4, p. 273-290, 2011.

CAL, L.; BREGUA, P. S.; REVERTER, J. M. C.; BRAASCH, I.; ROTLLANT, J. Fish pigmentation and the melanocortin system. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 211, p. 26-33, 2017.

CAMPOS, M. T. G. & LEME, F. O. P. Estresse oxidativo: fisiopatogenia e diagnóstico laboratorial. **Revista Pubvet**, v. 12, n. 1, p. 139, 2017.

CELLI, G. B. & BROOKS, M. S. L. Impact of extraction and processing conditions on betalains and comparison of properties with anthocyanins - A current review. **Food Research International**, v. 100, n. 1, p. 501-509, 2017.

CHÁVEZ, S. W.; ARREDONDO, C. J.; CORNEJO, S. M.; RUIZ, J. V. Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris L.*) y miel de abeja. **Scientia Agropecuaria**, v. 6, n. 2, p. 111-118, 2015.

CUNHA, P. S. L.; LANNA, E. A. T.; BASTOS, R. K. X.; FREITAS, L. M.; REZENDE, F. Uso de biossólidos como estratégia de fertilização da água para produção aquícola. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales**. v. 2, n. 1, p. 56-64, 2009.

DAS, G.; LIM, K. J.; TANTENGCO, O. A. G.; CARAG, H. M.; GONÇALVES, S.; ROMANO, A.; DAS, S. K.; COY-BARRERA, E.; SHIN, H. S.; GUTIÉRREZ-GRIJALVA, E. P.; HEREDIA, J. B.; PATRA, J. K. Cactus: chemical, nutraceutical composition and potential bio-pharmacological properties. **Phytotherapy Research**, v. 55, n. 1, p. 78-85. 2020.

DETHLEFSEN, M. W.; HJERMITSLEV, N. H.; FROSCH, S.; NIELSEN, M. E. E. Effect of storage on oxidative quality and stability of extruded astaxanthin-coated fish feed pellets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 157-166, 2016.

DORCE, L. S.; MENDONÇA, W. C. B.; SIQUEIRA, M. S.; SANTOS, R. F. B.; SOUSA, R. M.; ZIEMNICZAK, H. M.; SILVA, C. A. H. Atividade das enzimas digestivas frente a restrição alimentar de peixes ornamentais. **Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 107-113, 2020.

EATON, L.; CLEZY, K.; SNELGROVE, D.; SLOMAN, K. The behavioural effects of supplementing diets with synthetic and naturally sourced astaxanthin in an ornamental fish (*Puntius titteya*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 182, p. 94-100. 2016.

FARIA, P.M. C.; CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L. P.; SOUZA, A. B.; CARVALHO, D. C.; MELO, D. C.; SALIBA, E. O. S. Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens*. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 1, p. 134-149. 2006.

FRIES, M.E.; BITTARELLO, C.A.; ZAMINHAN, M.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, R.W. Anatto in diets *Carassius auratus* goldfish fingerlings: growth performance and skin pigmentation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3401-3414, 2014.

FOSSE, P. J.; MATTOS, D. C.; CARDOSO, L. D.; MOTTA, J. H. S.; JASPER, A. P. S.; RADAEL, M. C.; JÚNIOR, V. Estratégia de coalimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p.1801-1807, 2013.

FUENTES-QUESADA, J. P.; VIANA, M. T.; ROMBENSON, A. N.; GUERRERO-RENTERÍA, Y.; NOMURA-SOLÍS, M.; GOMEZ-CALLE, V.; LAZO, J. P.; MATA-SOTRES, J. A. Enteritis induction by soybean meal in *Totoaba macdonaldi* diets: Effects on growth performance, digestive capacity, immune response and distal intestine integrity. **Aquaculture**, v. 495, p. 78-89, 2018.

GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R.; ANTONIOSI, F. N. R. Antocianinas em extratos vegetais: aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1673-1679, 2012.

HARIVAINDARAN, K. V.; REBECCA, O. P. S.; CHANDRAN, S. Study of optimal temperature, pH and stability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel for use as potential natural colorant. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 18, p. 2259-2263, 2008.

IGARASHI, M. A.; OLIVEIRA, M. A.; GURGEL, J. J. S.; JUNIOR, A. P. M.; PENAFORT, J. M.; SOUZA, R. A. L. Potencial econômico do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 42, p. 293-313, 2004.

KAUR, R. J. & REIS, A. B. Caracterização de filmes poliméricos com adição de polpa de pitaya vermelha (*Hylocerus polyrhizus*). **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, p. 684–686. 2017.

KUMAR, P. A.; SUDHAKARAN, S.; MOHAN, T. C.; PAMANNA, P.; KUMAR, P. R.; SHANTHANNA, P. Evaluation of colour enhance potential of three natural plant pigment sources (african tulips tree flower, red paprika, promegranate peel) in goldfish (*Carassius auratus*). **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 6, p. 47-51. 2017.

LEMOS, M. V. A.; ARANTES, T. Q.; SOUTO, C. N.; MARTINS, G. P.; ARAUJO, J. G.; GUIMARÃES, I. G. Effects of digestible protein to energy ratios on growth and carcass chemical composition of siamese fighting fish (*Betta splendens*). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 1, p. 76-84, 2014.

LI, M.; RAHMAN, M. M.; WU, B.; LIN, Y. C. Effects of dietary canthaxanthin on growth and body colour of blood parrot cichlid *Amphilophus citrinellus* × *Paraneetroplus synspilus*. **Aquaculture International**, v. 25, n. 1, p. 705–71. 2017.

LI, M.Y.; LIU, X.Y.; XIA, C.G.; WANG, G.Q.; ZHANG, D.M. Astaxanthin enhances hematology, antioxidant and immunological parameters, immune-related gene expression, and disease resistance against in *Channa argus*. **Aquaculture International**, v. 27, n. 3, p. 735-746, 2019.

LIU, X.; WANG, H.; CHEN, Z. Effect of carotenoids on body colour of discus fish (*Symphysodon aequifasciatus axelrodi* Schultz, 1960). **Aquaculture Research**, v. 47, n. 4, p. 1309–1314. 2016.

MAITI, K. M.; BORA, D.; TL, N.; SAHOO, S.; BK, A.; KUMAR, S. Effect of dietary natural carotenoid sources color enhancement of koi carp, *Ciprynos carpio* L. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 4, p. 340-345. 2017.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 125-132, 2007.

MARAÑÓN, R. & TORRE, L. Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopía Uv-Vis y barrido en Z. **Superficies y vacío**, v. 24, n. 4, p. 113-120, 2011.

MENG, X. L.; LI, S.; QIN, C. B.; ZHU, Z. X.; HU, W. P.; YANG, L. P.; LU, R. H.; LI, W. J.; NIE, G. X. Intestinal microbiota and lipid metabolism responses in the common carp (*Cyprinus carpio L.*) following copper exposure. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 160, n. 1, p. 257-264, 2018.

MONTES-LORA, S.; HURTADO, N.; MOSQUERA, N.; HEREDIA, F. J.; CEJUDO-BASTANTE, M. J. Effect of technological practices on individual betalains and antioxidant activity of columbian betalain-rich raw materials. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 1041–1047. 2016.

MORAES, F. P. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, p. 109–122. 2007.

MORENO, D.; GARCÍA, C. V.; GIL, J. I.; GIL-IZQUIERDO, A. Betalains in the era of global agri-food science, technology and nutritional health. **Phytochemistry Reviews**, v. 7, p. 261–280, 2008.

MUHAMMAD, K.; ZAHARI, N. I. M.; GANNASIN, S.P.; ADZAHAN, N. M.; BAKAR, J. High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **Journal Food Hydrocolloids**, v.42, p. 289-297, 2014.

NEHRING, P.; SERAGLIO, S. K. T.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; COSTA, A. C. O. Influência dos diferentes solventes na avaliação da capacidade antioxidante in vitro de frutos e sementes de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **Revista Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 2, n. 1, 2016.

NEVES, L. C.; CAMPOS, A. J.; BENEDETTE, R. M.; TOSIN, J. M.; CHAGAS, E. A. Caracterização da capacidade antioxidante de frutas nativas da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1165-1173, 2012.

NHAN, H. T.; MINH, T. X.; LIEW, H. J.; HIEN, T. T. T.; JHA, R. Effects of natural dietary carotenoids on skin coloration of false clownfish (*Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830). **Aquaculture Nutrition**, v. 25, n. 3, p. 662–668. 2019.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, S. M. S.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): uma revisão para o Brasil. **Revista Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 90-98, 2014.

NUNES, K. C.; EYNG, C.; PINTRO, P. T. M.; GARCIA, R. G.; MURAKAMI, A. E.; VITAL, A. C. P.; NUNES, R. V.; NESELLO, P. O. Dietary inclusion of dehydrated bocaiuva pulp increases the antioxidant potential of quail eggs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 103, p. 64–71. 2019.

OMIDIZADEH, A. O.; YUSOF, R. M.; ISMAIL, A.; ROOHINEJAD, S.; NATEGHI, L.; BAKAR, M. Z. A. Cardioprotective compounds of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. **Journal Of Food, Agriculture And Environment**, v. 9, p. 152–156, 2011.

OTA, C.; HONORATO, C. A.; HEREDIA-VIEIRA, S.C.; FLORES-QUINTANA, C.I.; CASTRO, S.; INOUE, L.A.K.A.; CARDOSO, C.A.L. Hepatic and gastroprotective activity of *Serjania marginata* leaf aqueous extract in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 45 n. 3, p. 1051-1065, 2019.

PALLAUF, K.; BENDAL, J. K.; SCHEIERMANN, C.; WATSCHINGER, K.; HOFFMANN, J.; ROEDER, T. RIMBACH, G. Vitamin C and lifespan in model organisms. **Journal Elsevier Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 255-263, 2013.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Dietary antioxidants: chemical and biological importance. **Nutrire-Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.

PÉREZ, C.; LORES, M.; VELANDO, A. Availability of nonpigmentary antioxidant affects red coloration in gulls. **Behavioral Ecology**, v. 19, n. 5, p. 967-973. 2008.

PEROTTI, J. C.; RODRIGUES, I. C. S.; KLEINOWSKI, A. M.; RIBEIRO, M. V.; EINHART, A. M.; PETERS, J. A.; BACARIN, M. A.; BRAGA, E. J. B. Betacyanin production in alligator weed, grown in vitro, with different concentrations of copper sulfate. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 1874-1880, 2010.

PORTO, E. L.; LIMA, F. F.; SOUSA, M. R.; BANHARA, D. G. A.; MENDONÇA, W. C. B.; HONORATO, C. A. *Schinus terebinthifolius* raddi pepper oil used as na additive in *Hyphessobrycon eques* steindachner fish diet. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, , 2020.

RASHIDIAN, G.; RAINIS, S.; PROKIĆ, M. D.; FAGGIO, C. Effects of different levels of carotenoids and light sources on swordtail fish (*Xiphophorus helleri*) growth, survival rate and reproductive parameters. **Natural Product Research**, p. 112, 2020.

REDDY, K. S. & KATAN, M. B. Diet, nutrition and the prevention of hypertension and cardiovascular diseases. **Journal Health Nutrition**, v. 7, n. 1. p. 167-186, 2004.

RIBEIRO, F. A. S.; LIMA, M. T.; FERNANDES, C. J. B. K. Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, v. 38, n. 2, p. 1-15, 2010.

ROCHA, C. E.; SARTORI, A. C.; NAVARRO, F. F. Aplicação de alimentos antioxidantes na prevenção do envelhecimento cutâneo. **Revista Científica da Fho-Uniararas**, v. 4, n. 1, 2016.

ROSSOL, C. D.; SCABBLON, H.; BERTÉ, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, D.; GONÇALVEZ, A. C. Characterization, classification and disposal of waste in agriculture. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p.33-43, 2012.

SANTOS, E. L.; SOARES, R. C.; SILVA, T. J.; ALBUQUERQUE, I. C. M.; MOURA, S. C. S. Restrição alimentar no desempenho de machos de peixe beta (*Betta splendens*). **Comunicata Scientice**, v. 7, n. 1, p. 12-23, 2016.

SANTOS, E. L.; SILVA, L. L. A.; OLIVEIRA, W. D. S.; LIMA, M. R.; OLIVEIRA, M.; SANTOS, E. L.; SOARES, E. C. Frequência e horário de arraçoamento sobre o desempenho de machos *Betta splendens*. **Open Journal System**, v. 9, n. 3, p. 30-34, 2019.

SAWICKI, T.; TOPOLSKA, J.; BĄCZEK, N.; SZAWARA-NOWAK, D.; JUŚKIEWICZ, J.; WICZKOWSKI, W. Characterization of the profile and concentration of betacyanin in the gastric content, blood and urine of rats after an intragastric administration of fermented red beet juice. **Food Chemistry**, v. 313, p. 126-169 2020.

SHINDO, K.; KIKUTA, K.; SUZUKI, A.; KATSUTA, A.; KASAI, H.; YASUMOTO-HIROSE, M.; MATSUO, Y.; MISAWA, N.; TAKAICHI, S. Rare carotenoids,(3R)-saproxanthin and (3R, 2' S)-myxol, isolated from novel marine bacteria (Flavobacteriaceae) and their antioxidative activities. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 74, n. 6, p. 1350, 2007.

SILVA, D. M.; RODRIGUES, D. R.; GOUVEIA, A. B. S.; MESQUITA, S. A.; SANTOS, F. R. S.; MINAFRA, C. S. Carboidrases em rações de frango de corte. **Revista Pubvet, Veterinária E Zootecnia**, v. 10, n. 11, p. 861-872, 2016.

SIMIRGIOTIS, M. J. & HIRSCHMANN, G. S. Determination of phenolic composition and antioxidant activity in fruits, rhizomes and leaves of the white strawberry (*Fragaria chiloensis* spp. *chiloensis* form *chiloensis*) using HPLC-DAD–ESI-MS and free radical quenching techniques. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 6, p. 545-553, 2010.

SONG, X.; WANG, L.; LI, X.; CHEN, Z.; LIANG, G.; LENG, X. Dietary astaxanthin improved the body pigmentation and antioxidant function, but not the growth of discus fish (*Symphysodon spp.*). **Aquaculture Research**, v. 48, p. 1359-1367, 2017.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Betalains - Emerging prospects for food scientists trends. **Food Science and Technology**, v. 18, p. 514-525, 2007.

STRACK, D.; VOGT, T.; SCHLIEMANN, W. Recent advances in betalain research. **Magazine Phytochemistry**, v. 62, n. 3, p. 247-269, 2003.

TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B. J.; CACECI, T. SMITH, S. A. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 182, p. 317–327. 2000.

TENORE, G. C.; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. **Journal of Functional Foods**, v. 4, p. 129-136, 2012.

VANEGAS-ESPINOZA, P. E.; PÉREZ-ESCALANTE, V.; AGUIRRE-GUZMAN, G.; HOYOS-LEYVA, J. D.; VILLAR-MARTÍNEZ, A. A. D. Microencapsulation of anthocyanins from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) and its application on a pigment supplied diet to fantail goldfish (*Carassius auratus*). **Aquaculture International**, v. 27, n. 6, p. 1801–1811. 2019.

VETRANI, C.; COSTABILE, G.; DI MARINO, L.; RIVELLESE, A. A. Nutrition and oxidative stress: a systematic review of human studies. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 312-326, 2012.

WANG, C.Y.; LI, Z.B.; SUN, Y.Z.; CHEN, Q.; LI, W.J.; HUANG, Y.C.; LU, J. Effects of chinese herbal medicines mixture on growth performance digestive enzyme activity immune response of juvenile japanese seabass, *Lateolabrax Japonicus* **Aquaculture. Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 683–693. 2018.

WONG, Y. M. & SIOW, L. F. Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 3086-3092, 2015.

WYBANIEC, S.; NOWAK-WYDRA, B.; MITKA, K.; KOWALSKI, P.; MIZRAHI, Y. Minor betalains in fruits of *Hylocereus* species. **Journal Phytochemistry**, v. 68, n. 2, p. 251-259, 2007.

ZHANG, Y.; SEERAM, N. P.; LEE, R.; FENG, L.; HEBER, D. Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 3, p. 670-675, 2008.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; FURUYA, W.M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 165-174, 2011.