

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

THAIS MICHELE PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*)
ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM
MANANOLIGOSSACARÍDEO E BETA-GLUCANA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2019

THAIS MICHELE PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*)
ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM
MANANOLIGOSSACARÍDEO E BETA-GLUCANA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Zootecnia, da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos,
como requisito parcial para obtenção do título
de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado
Co-orientadora: Profa. Dra. Katia Atoji-
Henrique



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



FOLHA DE APROVAÇÃO

TCC 2

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*)
ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM
MANANOLIGOSSACARÍDEO E BETA-GLUCANA**

Autora: Thais Michele Pereira

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado

Co-orientadora Profa. Dra. Katia Atoji-Henrique

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADO em 19 de novembro de 2019.

Prof. Ms. Valter Oshiro Vilela

Mestrando Luis Afonso Castro
Zambrano

Prof.Dr. Dr. Ricardo Yuji Sado
(Orientador)

Profa. Dra. Katia Atoji-Henrique
(Co-orientadora)

*Quem cultiva a semente do amor
Segue em frente e não se apavora
Se na vida encontrar dissabor
Vai saber esperar a sua hora*

*Às vezes a felicidade demora a chegar
Aí é que a gente não pode deixar de sonhar
Guerreiro não foge da luta, não pode correr
Ninguém vai poder atrasar quem nasceu pra vencer*

*É dia de sol, mas o tempo pode fechar
A chuva só vem quando tem que molhar
Na vida é preciso aprender
Se colhe o bem que plantar
É Deus quem aponta a estrela que tem que brilhar*

*Erga essa cabeça, mete o pé e vai na fé
Manda essa tristeza embora
Basta acreditar que um novo dia vai raiar
Sua hora vai chegar!*

(Tá Escrito – Revelação)

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, que sempre me conduziu com as devidas lições de amor, fraternidade e compaixão hoje e sempre.

Aos meus pais, Maria Inês da Costa e Julio Nicacio Pereira que sempre estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida.

A minha irmã Monalisa Franciele Pereira, meu irmão Dirlei Alexandre da Costa, ao meu cunhado Rogerio Pereira dos Santos e aos meus sobrinhos Yasmim Pereira dos Santos, Guilherme Pereira dos Santos, e Miguel Pereira dos Santos, que sempre foram uma das minhas maiores alegrias.

Aos meus queridos tios e tias, em especial, a minha tia Terezinha Ernestina, tia Margarida Lino e Maria Aparecida, pelos incentivos e dedicação que sempre tiveram por mim.

Ao meu namorado Welton Silva Vieira por ser meu parceiro fiel na realização das atividades diárias durante os fins de semana e nos feriados. Obrigada por seu esforço, seu carinho e seu trabalho, mas mais do que isso, obrigada por me encorajar e me dar forças para vencer mais esta fase.

Aos meus amigos, especialmente, ao meu amigo Edson Jundy Nishiyamamoto, Higor Tiago Ribas Vascope, Igor Felipe Kestring, Jean da Silva Amancio, Juliane Aparecida da Silva, Guilherme Pereira de Oliveira, Guilherme Virgilio Hilbert, Pamela Beatriz, Leticia da Silva Ribeiro e Jeniffer Ferreira, pela força e compreensão. Aos demais colegas da Universidade e professores, que estiveram sempre comigo nessa longa jornada.

Aos colegas da UNEPE piscicultura pela ajuda durante e após o período experimental.

Ao meu prezado e querido orientador Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado e Co-orientadora: Prof. Dr. Katia Atoji-Henrique pela compreensão, dedicação e amizade.

GRATIDÃO A TODOS.

RESUMO

PEREIRA, Thais Michele. **Avaliação do desempenho do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dieta suplementadas com dietas mananoligossacarídeo e beta-glucana.** 28 f. TCC (Curso Bacharelado em Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

A piscicultura em 2017, foi a atividade que apresentou maior produção de proteína animal, totalizando sua produção em 172 milhões de toneladas no ano. O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um peixe nativo de importância econômica na aquicultura brasileira e devido a intensificação do sistema de produção os peixes encontram-se mais vulneráveis aos patógenos e ao surgimento de doenças que podem levar a mortalidade ocasionando consideráveis perdas econômicas. Os prebióticos utilizados na aquicultura contribuem para o aumento no desempenho dos animais e resistência a doenças, agindo no perfil da microbiota intestinal e na saúde do epitélio intestinal, o que possibilita um melhor aproveitamento dos nutrientes e no sistema imune inato do hospedeiro, respectivamente. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito de dois prebióticos o beta-glucana e MOS na dieta de 216 Pacus ($83,8 \pm 12,72g$) distribuídos aleatoriamente em 12 caixas de polietileno (250L) e alimentados por 46 dias, duas vezes ao dia (09h00 e 16h00) até aparentemente saciedade e a quantidade distribuída para cada caixa era registrada. Os tratamentos utilizados foram: o mananoligossacarídeo (MOS): 0,2% de inclusão, beta-glucana: 0,2% de inclusão, MOS/glucana: 0,1% MOS + 0,1% beta-glucana de inclusão e dieta controle: sem suplementação de prebióticos. Foram avaliados o desempenho zootécnico, e após os dados foram submetidos a análise de variância e quando identificadas diferenças significativas foram comparados pelo teste de média ($\alpha = 0,05$). Nos resultados dos parâmetros de desempenho, apenas o consumo de ração demonstrou resultado significativo nos tratamentos de beta-glucana: 0,2% e MOS/glucana: 0,1% MOS + 0,1% beta-glucana, que apresentaram melhores resultados em comparação aos tratamentos MOS de 0,2% e controle. As demais variáveis analisadas como o peso final, ganho de peso, índice de conversão alimentar e taxa de crescimento específico não demonstraram diferenças significativas. São necessários realizar outras pesquisas para verificar a dose ideal de inclusão para espécime pacu, bem como o tempo ideal de administração, e se a inclusão dos prebióticos individuais e agregados contribuem para o aumento no desempenho e resistência as doenças para os peixes.

Palavras-chave: Mananoligossacarídeo. Beta-glucana. *Piaractus mesopotamicus*.

ABSTRACT

PEREIRA, Thais Michele. **Evaluation of performance pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed with diet supplemented with mannan oligosaccharide and beta-glucan diets.** 28 f. TCC (Curso Bacharelado em Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

Fish farming in 2017 was the activity that presented the highest production of animal protein, totaling 172 million tons in the year. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) is a native fish of economic importance in Brazilian aquaculture and due to the intensification of the production system the fish are more vulnerable to pathogens and the emergence of diseases that can lead to mortality causing considerable economic losses. Prebiotics used in aquaculture contribute to the increase in animal performance and resistance to diseases, acting on the profile of the intestinal microbiota and on the health of the intestinal epithelium, which enables a better use of nutrients and the innate immune system of the host, respectively. Thus, the objective of the study was to evaluate the effect of two prebiotics, beta-glucan and MOS, on the diet of 216 Pacus ($83.8 \pm 12.72\text{g}$) randomly distributed in 12 boxes of polyethylene (250L) and fed for 46 days, twice a day (09h00 and 16h00) until apparently satiety and the amount distributed for each box was recorded. The treatments used were: mananoligosaccharide (MOS): 0.2% inclusion, beta-glucan: 0.2% inclusion, MOS/glucan: 0.1% MOS + 0.1% beta-glucan inclusion and control diet: without prebiotic supplementation. The zootechnical performance was evaluated, and after the data were submitted to analysis of variance and when significant differences were identified they were compared by the mean test ($\alpha = 0.05$). In the results of the performance parameters, only the consumption of feed showed significant results in the treatments of beta-glucan: 0.2% and MOS/glucan: 0.1% MOS + 0.1% beta-glucan, which presented better results compared to the MOS treatments of 0.2% and control. The other variables analyzed as the final weight, weight gain, feed conversion index and specific growth rate did not show significant differences. Further research is needed to verify the ideal dose of inclusion for pacu specimens, as well as the ideal time of administration, and whether the inclusion of individual and aggregate prebiotics contribute to increased performance and resistance to diseases in fish.

Keywords: Mannan oligosaccharide. Beta glucan. *Piaractus mesopotamicus*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
-------------------	---

2 OBJETIVOS	10
2.1 Geral:	10
2.2 Específicos:	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) (Holmberg, 1887)	11
3.2 Prebióticos na nutrição de peixes	12
3.3 Estresse em Peixes	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Local do experimento	15
4.2 Preparo das dietas	15
4.3 Arranjo experimental	16
4.4 Avaliação dos Parâmetros de Desempenho	17
4.5 Análise Estatística	17
5 RESULTADOS	17
5.1 Parâmetros indicadores de desempenho zootécnico	17
6 DISCUSSÃO	19
7 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

Em 2017, a piscicultura foi a atividade que mais produziu proteína animal, totalizando sua produção em 172 milhões de toneladas no ano, sendo que 80 milhões de toneladas referem-se aos peixes de cultivo e 92 milhões de toneladas aos peixes de captura, sendo superiores em comparação as outras espécies fonte de proteína animal.

A piscicultura brasileira demonstrou um crescimento em 2017 de 8%, obtendo uma produção de 691.700 toneladas de peixes cultivados (PEIXEBR, 2018), segundo IBGE (2018) a produção total de peixes foi de 485,2 mil toneladas em 2017 um volume de 2,6% menor que o registrado em 2016. A região Sul vem se destacando, pois, os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul foram responsáveis por 24.500 toneladas no ano em relação a produção total brasileira. O estado do Paraná produziu 77 mil toneladas assim estando na primeira posição no ranking entre os maiores produtores do Brasil (PEIXEBR, 2018).

O Brasil tem potencial para se tornar um dos principais produtores mundiais da aquicultura, uma vez que possui condições favoráveis para produção como: clima apropriado, ampla extensão hídrica - onde 14% do total da água doce mundial se encontra no país (TUNDISI; TUNDISI, 2012), com uma extensão litorânea de 8000 km (BANK et al., 2014) e disponibilidade de espécies nativas e exóticas com elevado potencial genético e mercadológico (BRABO et al., 2016).

No entanto, a aquicultura intensiva pode ser considerada um fator perigoso que ocasionar o surto de doenças e à perda parcial ou total da produção (AWAD et al., 2015) devido a superlotação, transporte, manuseio e má qualidade da água (LI; LEWIS; GATLIN, 2004).

O pacu é uma das espécies mais frequentes na produção de peixes continentais, produzido em cerca de 80% dos sistemas de produção comercial em todos os estados brasileiros (LOPES et al., 2006). Entre as espécies tropicais cultivadas, o pacu surge como produto de grande potencial para as pisciculturas devido ao fácil manuseio da espécie, a taxa de crescimento satisfatório e a grande aceitação pelo consumidor (JOMORI et al., 2003).

Para combater doenças em peixes, é fornecido antibióticos e outros quimioterápicos, contudo os mesmos podem levar ao desenvolvimento de patógenos resistente a medicamentos, poluição ambiental e acúmulo de resíduo no produto final (ALEXANDER; KIRUBAKARAN; MICHAEL, 2010).

Os prebióticos são suplemento alimentar funcional que visa promover maior resistência aos peixes às doenças, bem como elevar sua capacidade de resposta às situações estressantes por meio da modulação do seu sistema imune (RINGO et al., 2010; GANGYLY et al., 2013a), sendo uma estratégia para a piscicultura com a finalidade de melhorar o desempenho produtivo, não trazendo prejuízo ao peixe, ao meio ambiente e aos humanos.

Os prebióticos conferem aumento da altura das vilosidades intestinais, a densidade dos vilos, quantidade de células caliciformes e melhora na integridade da mucosa intestinal. Essas particularidades aumentam a área de absorção de nutrientes e conseqüentemente acarretam na redução da conversão alimentar e melhora no desenvolvimento dos animais cultivados (MOURIÑO et al., 2011).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

- ❖ Avaliar os parâmetros do desempenho do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas suplementadas com prebióticos mananoligossacarídeo e beta-glucana.

2.2 Específicos:

Avaliar a inclusão de beta-glucana e mananoligossacarídeo individualmente e a combinação de beta-glucana e mananoligossacarídeo na dieta do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sobre o desempenho zootécnico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Holmberg, 1887)

O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pertencente à ordem *Characiformes* e família *Characidae* (ESCHMEYER; FONG, 2013) (Figura 1), é uma espécie nativa das bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, com maior distribuição nas planícies alagadas da região Centro-Oeste, no Pantanal do Mato Grosso (BUCKUP; MENEZES; GHAZZI, 2007). A espécie vem sendo criada principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, em viveiros e tanques-rede (MORO et al., 2013) tendo como limitação de criação, regiões com latitudes superiores a 21.5 (LS) e acima de 700 m que dispõe de um inverno mais rigoroso (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2015).

O pacu possui corpo ovalado, dorso cinza escuro e ventre amarelado (BRITSKI; SILIMON; LOPES, 2007) seu hábito alimentar é classificado como onívoro com tendência de herbívoro (URBINATI; GONÇALVES, 2005). Em sistema de produção de peixe, o pacu apresenta rusticidade, precocidade e boa aceitação de alimento artificial e apresenta índices zootécnicos desejáveis em sistema intensivos (BASSO; FERREIRA, 2011; BITTENCOURT et al., 2010; DIETERICH et al., 2013; SILVA-MACIEL et al., 2015).

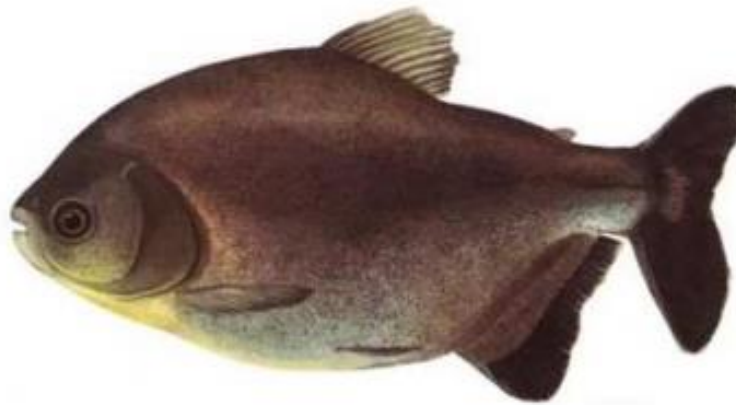


Figura 1 – Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)
Fonte: <http://gopantanal.com.br/img/peixe/pacu.jpg>

A produção de peixes no Brasil em 2018 foi de 156,8 mil toneladas e a produção dos peixes redondos como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) em 2018 foi de 156, 8 mil toneladas, o pacu produziu deste total 11.570 toneladas da produção total (IBGE, 2018), assim notando-se a importância econômica desta espécie na piscicultura brasileira.

A piscicultura intensiva é caracterizada pelo adensamento populacional e pelos manejos como a classificação, reprodução, despesca, captura para biometrias, confinamento, manuseio

transporte, são atividades específicas da atividade intensiva, que quando realizada de maneira inadequada, oportuniza condições extremamente estressante aos animais, o que provocam distúrbios em seu estado fisiológico tornando o mais susceptível a doenças causadas por bactérias e parasitas oportunistas (SADO, 2009).

3.2 Prebióticos na nutrição de peixes

Prebióticos são carboidratos de cadeia curta, que modificam a composição e o metabolismo da microbiota intestinal de maneira benéfica (MACFARLANE et al., 2006). São formados por fibras não digeríveis pelas enzimas, sais e ácidos produzidos pelos animais no processo de digestão, que atuam como um substrato estimulante para o crescimento da bactérias benéficas no sistema gastrointestinal, que são responsáveis em produzir ácidos que reduzem a concentração de outras bactérias e microrganismos patogênicos, e realizando a proteção da mucosa intestinal (SONG et al., 2014; SOUSA et al., 2011).

Os prebióticos no intestino dos hospedeiros formam substratos para que ocorra fermentação e crescimento de bactérias benéficas (ácido lácticas) ou uma fonte acessível para a adesão das bactérias, adsorvendo os patógenos e impossibilitando sua aderência a parede intestinal (HOSEINIFAR et al., 2013; MAHIOUSN et. al., 2006; RINGO et al., 2010; TORRECILLAS et al., 2007). Desse modo, não ocorre a ligação das bactérias patogênicas aos enterócitos, não há formação de colônias que possam indisponibilizar nutrientes para o animal ou infeccionar suas células intestinais, e, com isso percebe-se aumento na integridade das vilosidades e um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos enterócitos (SIMMERING; BLAUT, 2001; SAAD, 2006).

A utilização dos prebióticos na aquicultura vem resultando aumento no desempenho e resistência de doenças, atuando no perfil da microbiota intestinal, na saúde do epitélio intestinal, proporcionado um melhor aproveitamento dos nutrientes, e no sistema imune inato do hospedeiro (BAI et al., 2014; CARBONE; FAGGIO, 2016; TALPUR et al., 2014; WU et al.; 2013; (TORRECILLAS et al., 2014).

Entre os prebióticos, o mananoligossacarídeo (MOS) se destaca em seu uso na alimentação animal. Oriundo da parede celular de levedura *Saccharomyces cerevisiae* em torno de 40% de beta-glucana, 40% de alfa-mananos, 28% de proteínas, 7% de lipídeos, 3% de substâncias e 2%

de hexosaminas e quitinas (HOUGH, 1990). O MOS é rico em manose, disponível para aderência bacteriana, adsorvendo os patógenos e inibindo sua ligação com a parede intestinal (SONG et al., 2014).

Os principais efeitos benéficos atribuídos à suplementação dietética com MOS são: melhor desempenho dos peixes, eficiência alimentar e proteção dos patógenos por meio da potencialização sistema imunológico sistêmico e local e o reforço da estrutura e funcionalidade da barreira epitelial. (TORRECILLAS et al., 2014).

Juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), alimentadas durante 60 dias com suplementação, administrando 1g MOS/kg de ração apresentaram melhoras no desempenho, mudança no perfil da microbiota intestinal, composição corporal e variáveis hematológicas (DENJI et al., 2015). Larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), foram alimentadas durante um período de 30 dias com suplementação de 0,34% de MOS, durante a fase de masculinização para favorecer a morfologia da mucosa intestinal, e apresentaram um maior comprimento do intestino, altura da vilosidade e da densidade de vilos intestinais e melhor conversão alimentar (SCHWARZ et al., 2011).

Outro prebiótico amplamente utilizado na alimentação animal são as beta-glucanas, polissacarídeos formados por monômeros de β -glicose, unidas por ligações beta-glicosídicas, provenientes da parede celular de bactérias, fungos, plantas e leveduras (DALMO, R. A.; BØGWALD, 2008; LAM; CHEUNG, 2013). Apresentam 40% α -mananos, 8% proteína, 7% de lipídios, e 3% de substâncias inorgânicas. A ação da beta-glucana na dieta para animais aquáticos é sobre o mecanismo de defesa não específico, estimulando a fagocitose dos macrófagos (ENGSTAD, 1993; GOPALAKANNAN; ARUL, 2010; PAULSEN et al., 2001) e a migração dos leucócitos por meio da atividade dos macrófagos (SECOMBES; FLETCHER 1992), além de acrescentar a produção de proteínas líticas, como lisozimas e proteínas do sistema complemento, desta forma favorecendo maior proteção contra patógenos resultando em melhor desempenho do animal (GOPALAKANNAN; ARUL, 2010; PAULSEN et al., 2001).

Paulsen et al. (2003) demonstraram que a expressão dos genes codificadores de lisozima podem ser influenciado pela beta-glucana, no entanto é diferente em órgãos distintos. A produção desigual é devido ao imunoestimulante que provavelmente eleva a quantidade de lisozima no rim cranial e no intestino, sendo oposto no baço e no fígado.

A adoção de prebióticos na nutrição dos peixes deve ser realizada com cautela pelo fato de ainda serem necessários mais estudos em relação ao seu mecanismo de ação, na forma, tempo e concentração indicada a ser fornecida para cada categoria. Seu fornecimento em excesso pode

acarretar desequilíbrio na microbiota intestinal prejudicando a saúde do animal (MACFARLANE; CUMMINGS, 1999).

3.3 Estresse em Peixes

O estresse pode ser determinado como uma situação em que o equilíbrio do organismo, ou homeostase é desestabilizado, ocasionando a ação de estímulos intrínsecos nomeados como estressores (WENDEELAR-BONGA, 1997). Os peixes são animais peilotérmicos e de vida aquática, eles passam por contínuos desafios, que envolve desde o aspecto físico-químico da água, conflitos entre animais dominantes dentro da população (BARTON, B. A, 2000), na aquicultura encontram-se diversas situações imposta pela intensificação da produção, como, por exemplo, manejo, transporte e altas densidades de estocagem, que pode acarretar o surgimento de doenças e mortalidade dos animais. Para os peixes sobreviverem a essas situações nocivas, necessitam encontrar maneiras para lidar com os desafios, assim ocasionado estresse aos organismos aquáticos da produção.

As respostas ao estresse são fragmentadas em três categorias: primária, secundária e terciária (WENDEELAR-BONGA, 1997). As primárias são as hormonais, as secundárias são as mudanças nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos, e as terciárias são o comprimento do crescimento e aumento das doenças. Os parâmetros mais aplicados para as análises do estresse e que normalmente apresenta uma resposta com segurança são o cortisol plasmáticos (resposta primária) e a glicose (resposta secundária) (BARTON, 2000).

O sistema imunológico inato do peixe é composto por: barreiras físicas (muco, escamas e pele), a primeira barreira de defesa é o muco que é rico em lisozima, um bactericida natural; as barreiras celulares são os granulócitos, monócitos, macrófagos, e células *natural killer* suas funções é realizar eliminação dos patógenos; e as barreiras humorais são o sistema complemento, sistema de coagulação lactoferrina e transferrina, interferóns, lisozima, interleucina), (BILLER-TAKAHASHI, 2014; MAGNADÓTTIR, 2006; SHEPHARD, 1994).

A dieta tem o potencial de atuar de maneira positiva nos parâmetros imunológicos (número de leucócitos e produção de anticorpos aumentando a capacidade do animal em resistir as doenças infecciosas (KIRON, 2012). Devido a isso, pesquisas voltadas para dietas preparadas artificialmente como alimentos funcionais, são importantes, para melhorar a capacidade de atuar na saúde do organismo cultivado e aumentar a resistência ao estresse e agentes causadores de doenças, melhorar o desempenho e a sanidade dos animais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa em Piscicultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos – PR. Espécimes de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) provenientes de piscicultura comercial, foram transportados e mantidos nas instalações, onde o estudo foi desenvolvido.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do *campus* Dois Vizinhos (protocolo nº 2017-021).

4.2 Preparo das dietas

Foi utilizada mistura da formulação de uma ração prática comercial, contendo 36% de proteína bruta (Anhambí Alimentos, Itapejara do Oeste, PR). A essa mistura foram adicionados os prebióticos nas concentrações por cada tratamento (DC (dieta controle, sem suplementação de prebióticos), DM (dieta mananoligossacarídeo (MOS), 0,2% de inclusão), DG (dieta beta-glucana 0,2% de inclusão) e DMG (dieta MOS/glucana, 0,1% MOS + 0,1% beta-glucana) e extrusada na UNEPE de piscicultura, o qual possui uma máquina extrusora com capacidade de 40 kg/hora, acoplada com esteira rotativa com sistema de aquecimento elétrico para secagem de ração.

Após extrusão, as dietas experimentais foram analisadas para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de acordo com os métodos preconizados pela *Association of Official Analytical Chemist*.

A proteína bruta (N x 6,25) foi determinada pelo método Kjeldahl, matéria seca determinada em estufa a 105°C, a matéria mineral em forno mufla de 550-600°C. A fibra bruta determinada pela digestão ácido/básica e o extrato etéreo em extrator Ankon® (XT15)

A análise centesimal das dietas foi executada no Laboratório de Bromatologia da UTFPR, *campus* Dois Vizinhos.

Tabela 1 – Composição química da dieta (controle) fornecidas com base na matéria orgânica

Nutriente	%
Proteína bruta	34,98 ±0,51

Energia bruta	10,74 ±0,37
Fibra bruta	4,68 ±0,70
Matéria seca	85,11 ±0,14
Matéria mineral	9,64 ± 0,07

Premix vitamínico e mineral (por kg de ração) cálcio (min/máx.): 9/18 g/kg, fosforo (min) 9 g/kg, lisina 15 g/kg, metionina 5100 mg/kg, vitamina A (min) 15.000 UI/kg, vitamina D3 (min): 3000 UI/kg, vitamina E (min): 180 mg/kg, vitamina K3 (min): 6,0 mg/kg, vitamina B1 (min): 18 mg/kg, vitamina B2 (min): 32 mg/kg, vitamina B6 (min): 22 mg/kg, vitamina B12 (min): 40 mcg, vitamina C (min): 422 mg/kg, ácido nicotínico 150 mg/kg, ácido pantotênico 60 mg/kg, ácido fólico (min): 10 mg/kg, biotina (min): 1,50 mg/kg, inositol (min): 238 mg/kg, ferro (min): 65 mg/kg, cobre (min): 10,40 mg/kg, zinco (min): 130 mg/kg, manganês (min): 65 mg/kg, iodo (min): 1,30 mg/kg, selênio (min): 0,40 mg/kg, cobalto (min): 0,35 mg/kg, sódio 2400 mg/kg, colina 350 mg/kg, antioxidante 200 mg/kg, aditivo enzimático 125 mg/kg.

4.3 Arranjo experimental

Os peixes foram sedados em solução de benzocaína (1:10.000), para posterior pesagem e separação em grupos de 18 exemplares distribuídos, em um delineamento inteiramente casualizado, em 12 caixas circulares de polietileno de 250 L, sendo três tratamentos e quatro repetições. As caixas permaneceram conectadas a um sistema fechado de recirculação de água, com filtragem biológica, providos de aeração forçada e temperatura controlada por meio de aquecedores. Os animais foram aclimatados por 7 dias antes do início do experimento. Durante 46 dias as dietas experimentais foram fornecidas aos peixes duas vezes ao dia (09h00 e 16h00) até aparente saciedade e a quantidade distribuída para cada caixa foi registrada.

As condições de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e pH, temperatura, e amônia total foram monitoradas diariamente durante todo o período experimental as 15h00 e apresentaram valores considerados adequados para o Pacu, segundo Urbinati (2005).

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos da qualidade de água

Parâmetros	O ₂ D	pH	Temperatura	Amônia tóxica
	Mg/L		°C	mg/L
Média	6,00	5,76	25,90	0,001
Desvio Padrão	0,00	0,30	1,50	0,00

4.4 Avaliação dos Parâmetros de Desempenho

Uma semana antes do início do experimento os peixes foram pesados em balança de precisão e medidos para avaliação biométrica. Ao término do experimento, os peixes foram mantidos em jejum por 24h e em seguida foram sedados (solução de benzocaína 1: 10.000), pesados e medidos. O desempenho dos juvenis de pacu foi avaliado considerando os seguintes parâmetros NRC (2011):

- Ganho de peso (g)(GP):

$$GP = P_f - P_i$$

- Consumo de ração (CR);
- Índice de conversão alimentar:

$$ICA = \frac{CR}{GP}$$

- Taxa de crescimento específico (% crescimento dia⁻¹) –TCE:

$$TCE = 100 \times \frac{(\ln P_f - \ln P_i)}{\text{dias}}$$

Em que: Pi é peso inicial; Pf é peso final; ln é logaritmo natural.

4.5 Análise Estatística

A avaliação dos efeitos das concentrações dos prebióticos na dieta sobre os parâmetros de desempenho foi realizada através da análise de variância (ANOVA). Quando identificadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

5 RESULTADOS

5.1 Parâmetros indicadores de desempenho zootécnico

Os resultados encontrados para os parâmetros de desempenho serão apresentados a seguir. A análise de variância detectou efeito significativo apenas tratamento sobre o parâmetro de consumo de ração (CR), nos tratamentos DG e DMG, que apresentaram melhores resultados em comparação aos tratamentos DM e DC. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) peso final (PF), ganho de peso (GP), índice de conversão alimentar (ICA), taxa de crescimento específico (TCE).

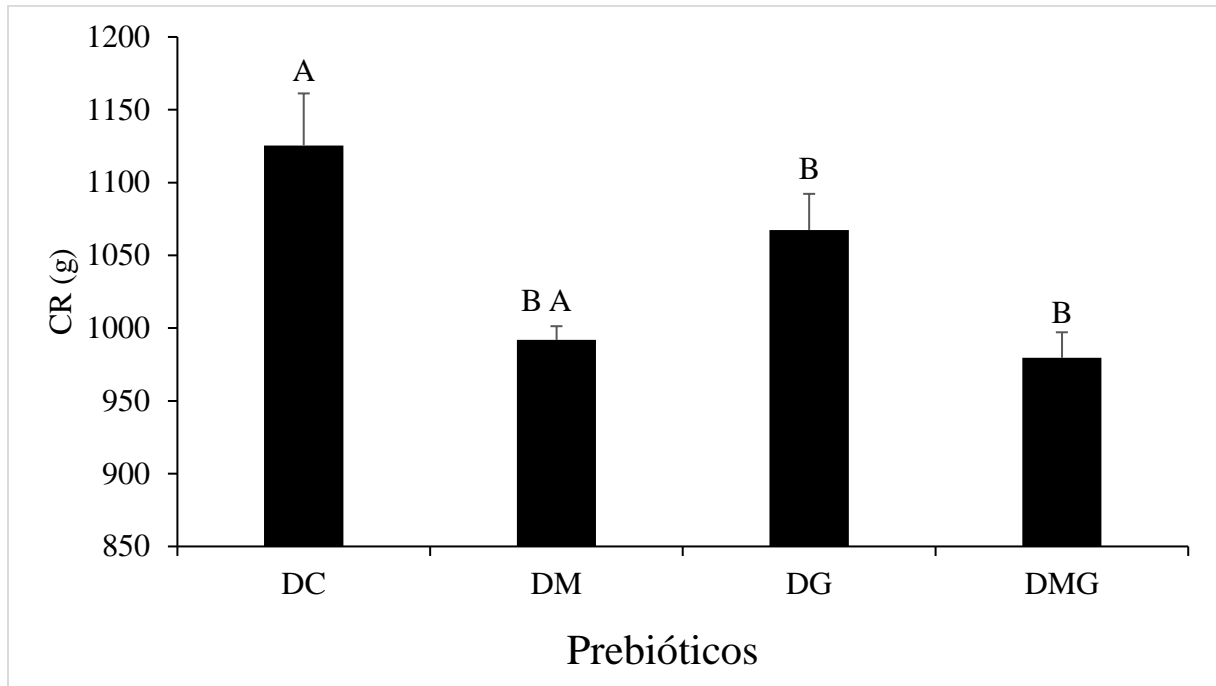
Tabela 3 –Parâmetros de desempenho de Pacus (*P. mesopotamicus*) suplementados com prebióticos, A dieta mananoligossacarídeo MOS 0,2% de inclusão (DM), dieta beta-glucana 0,2% de inclusão (DG) e dieta MOS/glucana, 0,1% MOS + 0,1% beta-glucana (DMG) e dieta controle, sem suplementação de prebióticos (DC).

Parâmetros	Beta-glucana e MOS (%)				P - valor
	DC - 0 %	DM - 0,2 %	DG - 0,2%	DMG	
PF	1875,05±93,55	1914,90 ±14,42	2006,55±80,96	1872,00±37,47	0,2769
GP (g)	381,90±90,08	405,25±16,19	534,85±10,81	427,65±1,34	0,0963
CR (g)	1125,44±35,77	991,8±24,81	1067,40±9,41	979,56 ±17,56	0,0104
ICA	3,01±0,61	2,45 ±0,15	1,99±0,02	2,29±0,048	0,1236
TCE (%)	0,49±0,10	0,51±0,01	0,67±0,01	0,56±0,01	0,0913

Análise de variância com significância ao nível de 95 % ($p < 0,05$).

Peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), índice conversão alimentar (ICA), taxa de crescimento específico.

Gráfico 1 – Relação entre o consumo de ração (CR) individualmente e a combinação de beta-glucana e MOSna dieta do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). ($P = 0,0104$).



Os dados foram submetidos à ANOVA considerando $p < 0,05$.

(DC (dieta controle, sem suplementação de prebióticos), DM (dieta mananoligossacarídeo (MOS), 0,2% de inclusão), DG (dieta beta-glucana 0,2% de inclusão) e DMG (dieta MOS/glucana, 0,1% MOS + 0,1% beta-glucana)).

6 DISCUSSÃO

A melhora no desempenho dos animais é um dos objetivos de todos os estudos sobre nutrição, assim também é para a produção de peixes. Em relação ao beta-glucana e MOS, existem poucos trabalhos na literatura que discutem os seus efeitos sobre o desempenho dos peixes; geralmente, o foco é dado às respostas imunológicas de beta-glucana e MOS.

O presente estudo objetivou avaliar a inclusão de aditivos individualmente e a combinação de beta-glucana e MOS na dieta do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) por 46 dias. O consumo de ração demonstrou resultado significativo ($p < 0,05$), nos tratamentos de beta-glucana: 0,2% e MOS/glucana: 0,1% MOS + 0,1% beta-glucana, que apresentaram melhores resultados em comparação aos tratamentos (MOS): 0,2% e controle. As variáveis do peso final, ganho de peso, índice de conversão alimentar e taxa de crescimento específico não demonstraram diferenças significativas.

A digestão de oligossacarídeos ocasiona elevação da secreção de muco pelos enterócitos, melhorando a viscosidade e melhor digestão e absorção de nutrientes (TORRECILLAS et al., 2011). No entanto, a produção excessiva de muco também pode ocasionar a redução o processo de digestão, impedindo a interação enzima-substrato e a

saciedade, o que motiva um comportamento alimentar elevado (SILVA e NÖRNBERG, 2003) e poderia explicar o consumo elevado de alimentos em peixes alimentados com prebiótico dietético, aqui observado.

Trabalhos de suplementação de beta-glucana ou MOS, separadamente, não resultaram efeito positivo sobre os parâmetros de desempenho, como a pesquisa realizada por Sado et al. (2008) com tilápia do Nilo alimentada com 0,2, 0,4, 0,6; 0,8 e 1,0% de MOS na dieta por 45 dias não apresentaram melhora nos parâmetros de crescimento. Chagas et al (2013) avaliou a suplementação da dieta do tambaqui com beta-glucana (0, 0,1, 0,2, 0,4 e 0,8%) por 60 dias, a suplementação não exerceu influência sobre os parâmetros de desempenho produtivo avaliados (peso e comprimento final, ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência).

Estudo realizado com beta-glucana a suplementação da dieta da tilápia-do-nilo com os níveis de beta-glucana (0,1, 0,2, 0,4 e 0,8%) e com vitamina C (400 e 600 mg kg⁻¹ dieta), durante 60 dias, constatou que a suplementação não teve influência no desempenho produtivo da espécie Falcon (2007). Da mesma forma, tilápias-do-Nilo alimentadas por 10 dias com diferentes níveis dietéticos de beta-glucana não apresentaram diferenças nos parâmetros de desempenho (WHITTINGTON; LIM; KLESIUS, 2005).

A falta de efeitos dos prebióticos em dietas para não ruminantes pode estar associada com o tipo de ingredientes que constitui a ração, com a adaptação da microbiota ao composto acrescentado ou ainda com o nível de estresse (SILVA e NÖRNBERG, 2003).

De acordo com Hisano et al. (2018) os pacus alimentados com beta-glucana e MOS a 0,1 e 0,2% exibiu melhores respostas de crescimento e eficiência alimentar. Pesquisa realizada com tilápia do Nilo analisaram principalmente beta-glucana e MOS em associação de paredes celulares com inclusão de 0,3% de parede de leveduras apresentou diferenças nos parâmetros do desempenho (HISANO et al. 2007).

No presente estudo a falta de ação promotora de crescimento do prebiótico pode ser explicado pelas condições de baixo desafio sanitário, verificado durante a pesquisa, por apresentar densidade adequada, os parâmetros físicos e químicos da água como a temperatura, pH, oxigênio dissolvido e amônia total foram monitoradas diariamente visando o bem estar dos animais durante todo o período experimental, para não ocasionar estresse aos animais, resultados positivos ser presenciados na agricultura intensiva, devido a atividade apresentar manejos que pode acarretar estresse ao animais, onde pode-se esperar um efeito benéfico dos aditivos no crescimento da espécie, pois estudos mostram que os prebióticos apresentam efeitos positivos no desempenho quando os animais são desafiados.

Não há esclarecimento para tantas diferenças de resultados entre os vários experimentos realizados com beta-glucana e MOS. Mas através desses resultados pode indicar que a dose empregada não influenciou nos parâmetros de desempenho dos animais utilizados

Segundo Reza et al. (2009), a inconstância dos resultados dos parâmetros de desempenho entre as diferentes pesquisas com beta-glucana e MOS podem estar relacionados com as diferenças na estrutura química do imunoestimulantes, do processamento do produto, origem, nível de inclusão na ração, além da idade dos peixes, espécie e condição experimental. No entanto Sado et al. (2008), salientaram que a ação dos polissacarídeos gerado a partir de parede celular de levedura, pode alterar de acordo com a complexidade estrutural e diferenças nos procedimentos de fermentação e tratamento do produto, o que pode provocar diferenças nos resultados de desempenho.

Os prebióticos podem influenciar no desempenho produtivo, através dos mananos que está presente no MOS, que pode aumentar o crescimento através da modulação da microbiota intestinal, melhorar a integridade das vilosidades e aumentar a resistência às bactérias patogênicas, com o consequência o aumento da eficiência da digestão e absorção (FERNANDEZ et al., 2002; ANDREWS et al. 2009; DIMITROGLOU et al., 2009). Já a suplementação com beta-glucana visa ajudar no desempenho do peixe através da melhora no coeficiente de digestibilidade das rações, o que possibilita melhoria no ganho de peso e conversão alimentar (BURR et al., 2008).

7 CONCLUSÃO

Os tratamento sobre o parâmetro de consumo de ração (CR), nos tratamentos DG e DMG, que apresentaram melhores resultados em comparação aos tratamentos DM e DC, embora não tenham apresentado diferenças significativas para melhoria nos parâmetros desempenho, é necessário verificar a dose ideal de inclusão para espécime pacu, bem como o tempo ideal de administração, e se a inclusão dos prebióticos individuais e agregados contribuem para o aumento no desempenho.

No entanto, é indispensável que se estabeleçam dados sobre bases fisiológicas, hematológicas e imunológicas e parâmetros de desempenho de espécies nativas como Pacu, suplementadas com prebióticos, para obtermos uma melhor compreensão dos processos que governam seu desempenho produtivo, buscando a melhoria das práticas de manejo alimentar e aumento do rendimento da atividade produtora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, C. P.; KIRUBAKARAN, C. J. W.; MICHAEL, R. D. Water soluble fraction of *Tinospora cordifolia* leaves enhanced the non-specific immune mechanisms and disease resistance in *Oreochromis mossambicus*. **Fish & shellfish immunology**, Oxford, v. 29, n. 5, p. 765-772, 2010.
- ANDREWS, S. R. et al. Haematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. **Aquaculture research**, v. 41, n. 1, p. 61–69, 2009.
- AWAD, E.; CERZUELA, R.; ESTEBAN, M. Á. Effects of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) immune status and growth performance. **Fish & shellfish immunology**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 454-464, 2015.
- BAI, N. ET AL. Effects of β -glucan derivatives on the immunity of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against white spot syndrome virus infection. **Aquaculture**, v. 426–427, p. 66–73, 2014.
- BANK, The World et al. **International Bank for Reconstruction and Development**. 2014. Disponível em: <www.worldbank.org>. Acesso em: 10 set. 2018.
- BARTON, B. A. 2000. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. **North American Journal of Aquaculture**, v. 62, p. 12–18, 2000.
- BASSO, L.; FERREIRA, M. W. Efeito do peso ao abate nos rendimentos dos processamentos do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 134-139, 2011.
- BRABO, M. F. et al. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura/Current scenario of fish production in the world, Brazil and Pará State: emphasis on aquaculture. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Aracaju, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.
- BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, n. 40, p. 486-495, 2009.
- BILLER-TAKAHASHI, J. D. et al. Disease resistance of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) fed with β -glucan. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 3, p. 698–703, 2014.
- BITTENCOURT, F. et al., Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39 n. 11, p. 2323-2329, 2010.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. A. **Catálogo das Espécies de Água Doce do Brasil**. 2007. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Buckup/publication/276027720_Buckup_et_al_2007-PAB/links/554e889008ae93634ec70398/Buckup-et-al-2007-PAB.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2018.

BURR, G. et al. Effects of prebiotics on nutrient digestibility of a soybean-meal-based diet by red drum *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, v. 39, n. 15, p. 1680–1686, 2008.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Brasília: EMBRAPA, 2 ed., 227 p., 2007.

CARBONE, D.; FAGGIO, C. Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. **Fish and Shellfish Immunology**, Oxford, v. 54, p. 172-178, 2016.

CHAGAS, E. C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; DE MORAES, F. R. Desempenho produtivo e respostas fisiopatológicas de tambaquis alimentados com ração suplementada com β -glucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 8, p. 899-905, 2013.

DALMO, R. A.; BØGWALD, J. β -glucans as conductors of immune symphonies. **Fish & Shellfish Immunology**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 384-396, 2008.

DENJI, K. A. et al. Effect of Dietary Prebiotic Mannan Oligosaccharide (MOS) on Growth Performance, Intestinal Microflora, Body Composition, Haematological and Blood Serum Biochemical Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Juveniles. **Journal Of Fisheries And Aquatic Science**, Iran, v. 4, n. 10, p.255-265, out. 2015.

DIETERICH, T. G. et al., Performance parameters of juvenile pacu fed at different feeding frequencies in net cages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n.8, p. 1043-1048, 2013.

DIMITROGLOU, A MERRIFIELD, D. L. et al. Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout, (Walbaum). **Journal of animal science**, v. 87, n. 10, p. 3226–3234, 2009.

ENGSTAD, R. E. Recognition of yeast cell wall glucan by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) macrophages. **Developmental and Comparative Immunology**, New York, v. 17, n. 4, p. 319-330, 1993.

ESCHMEYER, W. N., FONG, J. D. **Species by family/subfamily**. 30th ed. Califórnia: Instituto of Biodiversity Science and Sustainability, 2013

FALCON, D.R. **Nível de suplementação de 1,3 β -glucano e vitamina C em dietas para tilápia do Nilo: desempenho produtivo e parâmetros fisiopatológicos**. 2007. 146p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FAO: **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018**. Rome: Fao, 2018. Disponível em: <<http://www.aquaculturebrasil.com/tag/sofia-2018/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

FERNANDEZ, F.; HINTON, M.; GILS, B. V. Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella* Enteritidis colonization. **Avian Pathology**, v. 31, n. 1, p. 49–58, 2002.

GANGULY, S. Potential non-antibiotic growth promoting dietary supplements for animal nutrition: A Review. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 07, p. 174–178, 2013a.

GOPALAKANNAN, A; ARUL, V. Enhancement of the innate immune system and disease resistant activity in *Cyprinus carpio* by oral administration of β glucan and whole cell yeast. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 41, n. 6, p. 884-892, 2010.

HISANO, H. et al. Levedura íntegra e derivados do seu processamento em rações para tilápia do Nilo: aspectos hematológicos e histológicos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 4, p. 311–318, 2007.

HISANO, H. et al. Dietary β -glucans and mannanoligosaccharides improve growth performance and intestinal morphology of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture international**, v. 26, n. 1, p. 213-223, 2018.

HOSEINIFAR, S. H. ET AL. Dietary galactooligosaccharide affects intestinal microbiota, stress resistance, and performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 35, n. 5, p. 1416–1420, 2013

HOUGH, J. S. **Biología de la cerveza y de malta**. Zaragoza: Acribia, 1990. 194 p.

IBGE. **Produção da Aquicultura**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

JOMORI, R. K. et al. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, Oxford, p. 277-287, 2003.

KIRON, V. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. **Animal Feed Science and Technology**, v. 173, n. 1–2, p. 111–133, 2012.

LAM, K. L.; CHEUNH, P.C.K. Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, Oxford, v. 2, p. 45-64, 2013.

LI, P.; LEWIS, D. H.; GATLIN III, D. M. Dietary oligonucleotides from yeast RNA influence immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Fish & Shellfish Immunology**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 561-569, 2004.

LOPES, R. B. et al. Bioconcentration of trichlorfon insecticide in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Chemosphere**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 56-62, 2006.

MACFARLANE, G. T.; CUMMINGS, J. H. **Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health**. *BMJ*, London, v.18, p.999-1003, 1999

- MACFARLANE, S. et al. Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, London. v. 24, p. 701-714, 2006.
- MAGNADÓTTIR, B. Innate immunity of fish (overview). **Fish & shellfish immunology**, v. 20, n. 20, p. 137–151, 2006.
- MAHIOUSN, A. S. et al. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta máxima* (Linnaeus, C. 1758). **Aquaculture International**, London, v. 14, p. 219-228, 2006.
- MORO, G. V. et al. **Piscicultura de água doce**. Brasília: Embrapa, 89 p. 2013 Sistema digestório. Brasília: Embrapa, 2013.
- MOURIÑO, J. L. P. et al. Prebióticos na Aquicultura. **Paronama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 128, p. 42-49, 2011.
- NOGA E. J. **Fish Disease: Diagnosis and Treatment**. St Louis: Mosby-Year Book, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of fish and shrimp**. Washington: National Academic Press, 2011.
- PANORAMA DA AQUICULTURA: Aquicultura no Brasil Conquistas e Desafios. Rio de Janeiro: 23 **Panoramas da Aquicultura**, v. 25, n. 150, 2015.
- PAULSEN, S. M. et al. Enhanced lysozyme production in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) macrophages treated with yeast β -glucan and bacterial lipopolysaccharide. **Fish & Shellfish Immunology**, Oxford v. 11, n. 1, p. 23-37, 2001.
- PAULSEN, S. M. et al. In vivo effects of β - glucan and LPS on regulation of lysozyme activity and mRNA expression in Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Fish Shellfish Immunology**, Oxford v.14, p.39-54, 2003.
- PEIXEBR. **Associação Brasileira da Piscicultura**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>>. Acesso em: 19 out. 2018.
- RINGØ, E. et al. **Prebiotics in aquaculture**: a review. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, v. 16 p. 117-136, 2010.
- SAAD, S. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Tocantins, v. 42, n. 1, p. 1-16, jan./mar. 2006.
- SADO, R. Y.; BICUDO, Á. J. D. A.; CYRINO, J. E. P. Feeding dietary mannan oligosaccharides to juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. **Journal of the world Aquaculture Society**, v. 39, n. 6, p. 821–826, 2008.
- SADO, R. Y. Aspectos sanitários em piscicultura intensiva: qualidade de água e principais enfermidades. In: MARTIN, T.N. et al (Ed). **Sistema de produção Agropecuária**. Santa Maria: Pallotti, 2009. p. 8-26, 2009.

SECOMBES, C. J.; FLETCHER, T. C. The role of fagocites in the protective mechanisms of fish. **Annual Review of Fish Disease**, Oxford, v. 2, 53-71, 1992.

SILVA - MACIEL, E. et al. Atributos de qualidade do pescado relacionados ao consumo na cidade de Corumbá, MS. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 199-206, 2015.

SILVA, L.; NÖRNBERG, J. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 983–990, 2003.

SIMMERING, R; BLAUT, Michael. Pro-and prebiotics—the tasty guardian angels. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlim, v. 55, n. 1, p. 19-28, 2001.

SONG, S. K. et al. Prebiotics as immunostimulats in aquaculture: A review. **Fish and Shellfish Immunology**, Oxford, v. 10, p. 40-48, 2014.

SOUSA, V. M. C. et al. The importance of prebiotics in functional foods and clinical **Shellfish Immunology**, Oxford, v. 10, p. 133-144, 2011.

SHEPHARD, K. L. Functions for fish mucus. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 4, n. 4, p. 401–429, 1994.

SCHWARZ, K. K. et al. G. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 40, n. 12, p. 2634-2640, 2011.

TALPUR, A. D. et al. Dietary probiotics and prebiotics improved food acceptability, growth performance, haematology and immunological parameters and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* in snakehead (*Channa striata*) fingerlings. **Aquaculture**, Oxford, v. 426, p. 14-20, 2014.

TORRECILLAS, S. et al. Immunostimulations and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides (MOS). **Fish and Shellfish Immunology**, Oxford, v. 23, p. 969-981, 2007.

TORRECILLAS, S. et al. Improved feed utilization, intestine mucus production and immune parameters in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides (MOS). **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 2, p. 223–233, 2011.

TORRECILLAS, S. et al. Improved health and growth of fish fed mannan oligosaccharides: potential mode of action. **Fish & shellfish immunology**, Oxford, v. 36, n. 2, p. 525-544, 2014.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnology**, London, CRC Press, 2012. ISBN 0203803957.

URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D.; TAKAHASHI, L. S. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**, Santa Maria: Editora UFSM v. 2, p. 205-244, 2005.

WENDELAAR BONGA, S. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, v. 77, p. 591–625, 1997.

WU, Y. et al. Effects of dietary supplementation of fructooligosaccharide on growth performance, body composition, intestinal enzymes activities and histology of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 886-894, 2013.

WHITTINGTON, R.; LIM, C.; KLESIUS, P. H. Effect of dietary β -glucan levels on the growth response and efficacy of *Streptococcus iniae* vaccine in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 248, n. 1, p. 217–225, 2005.