

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 26/02/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**FONTES E NÍVEIS DE LIPÍDIOS EM DIETAS PARA
GIRINOS DE RÃ-TOURO**

Donovan Filipe Henrique Pinto
Engenheiro de pesca

Jaboticabal, São Paulo

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**FONTES E NÍVEIS DE LIPÍDIOS EM DIETAS PARA
GIRINOS DE RÃ-TOURO**

Donovan Filipe Henrique Pinto
Engenheiro de pesca

Orientadora: Dra. Marta Verardino De Stéfani

Jaboticabal, São Paulo

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**FONTES E NÍVEIS DE LIPÍDIOS EM DIETAS PARA
GIRINOS DE RÃ-TOURO**

Donovan Filipe Henrique Pinto

Orientadora: Dra. Marta Verardino De Stéfani

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

Jaboticabal, São Paulo

2018

P659f Pinto, Donovan Filipe Henrique
Fontes e níveis de lipídios em dietas para girinos de rã-touro/
Donovan Filipe Henrique Pinto. -- Jaboticabal, 2018
iv, 68 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de
Aquicultura, 2018

Orientadora: Marta Verardino De Stéfani

Banca examinadora: Dalton José Carneiro, Eduardo Gianini
Abimorad, João Batista Kochenborger Fernandes, Hellen Buzollo
Pazzini.

Bibliografia

1. *Lithobathes catesbeianus*. 2. Lipídio digestível. 3. Nutrição. 4.
Óleo. 5. Ranicultura. 6. Ácidos graxos. I. Título. II. Jaboticabal-Centro
de Aquicultura.

CDU 636.95

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

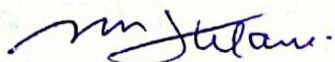
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Fontes e níveis de lipídios em dietas para
girinos de rã-touro

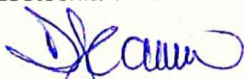
AUTOR: DONOVAN FILIPE HENRIQUE PINTO

ORIENTADORA: MARTA VERARDINO DE STÉFANI

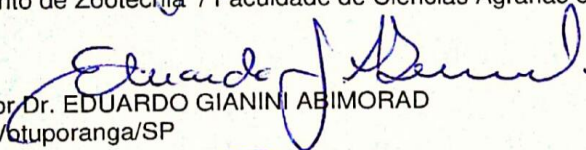
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AQUICULTURA,
pela Comissão Examinadora:



Prof. Dra. MARTA VERARDINO DE STÉFANI
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



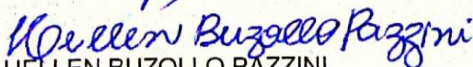
Prof. Dr. DALTON JOSÉ CARNEIRO
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/ UNESP



Pesquisador Dr. EDUARDO GIANINI ABIMORAD
. / APTA / Votuporanga/SP



Prof. Dr. JOÃO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES
Laboratório de Peixes Ornamentais / Centro de Aquicultura - CAUNESP



Prof. Dra. HELLEN BUZOLLO PAZZINI
. / Centro Universitário de Rio Preto, UNIRP, São José do Rio Preto-SP

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2018.

Aos meus pais e irmãos pelo apoio e consentimento desde sempre. À Luize, pessoa que me dá sentido à vida e com qual amo compartilhar cada momento e sentimento, todo meu amor e admiração.

Agradecimentos

Agradeço a todos que participaram direta e indiretamente da execução deste projeto. A orientação, aprendizagem, paciência e cuidados dispensados no decorrer do processo de produção científica pela Professora Marta Verardino De Stéfani.

A viabilização de parte da pesquisa pelos Professores Dalton José Carneiro e João Batista Kochenborger Fernandes. À colaboração e desenvolvimento da pesquisa de Cleber Fernando Menegasso Mansano, Thiago M. Torres Do Nascimento, Bruno Tadeu Marotta Lima e Rudã Fernandes Brandão Santos.

Aos membros das bancas de avaliação, Professores João Batista Kochenborger Fernandes, Dalton José Carneiro, Eduardo Gianini Abimorad, Thiago M. Torres Do Nascimento e Hellen Buzollo Pazzini, por todos os apontamentos e colaborações prestadas.

Ao apoio técnico daqueles ligados ao setor de Ranicultura e Laboratório de Ornamentais CAUNESP, Marcio Roberto Reche e Valdecir Fernandes de Lima. Assim como toda atenção e assistência dos funcionários da pós-graduação Veralice Capato e David Lorente.

À Poitara, empresa fornecedora de parte dos ingredientes utilizados na pesquisa. Assim como todo apoio e infraestrutura cedidos pelos laboratórios Lana (Laboratório de análises de nutrição animal – FCAV), Laboratório de Ciências Avícolas da Unesp (FCAV) e Laboratório de Metabolismo e Reprodução em Organismos Aquáticos (Universidade de São Paulo).

Aos infinitos debates, companheirismo e apoio prestados por Bruno Henrique Sardinha de Souza, Felipe Escudeiro Pavani e Steffan Edward Octávio Oliveira. Por fim, àqueles que me facultaram sustento emocional e material para galgar este caminho: meus pais (Fábio Francisco Pinto e Eunice Ap. Henrique Pinto), irmãos (Fábio Francisco Pinto Jr. e Gustavo Louis Henrique Pinto) e a minha amada esposa e companheira (Luize Predebon).

Apoio Financeiro

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq –
por parte do auxílio concedido na forma de Bolsa de Doutorado.

(Processos Nº 141775/2017-3 e Nº 140193/2018-9).

Sumário

CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Hábito alimentar de girinos de rã-touro	2
2. Digestibilidade	3
3. Fontes de óleo na alimentação animal (lipídios dietéticos).....	4
3.1. Óleo de milho	7
3.2. Óleo de canola	8
3.3. Óleo de girassol	9
3.4. Óleo de linhaça	10
3.5. Óleo de peixe	11
3.6. Óleo de salmão	12
4. Deposição corporal	12
5. Referências bibliográficas	14
Manuscrito 1 – Fontes e métodos de determinação da digestibilidade de lipídios em girinos de rã-touro.....	24
Resumo	25
Abstract.....	26
1. Introdução	27
2. Materiais e Métodos.....	28
2.1. Material biológico e condições experimentais	28
2.2. Dietas experimentais.....	30
2.3. Manejo alimentar e coleta de fezes.....	32
2.4. Processamento das amostras e análises laboratoriais	33
2.5. Delineamento experimental.....	33
2.6. Método de análise.....	34
2.7. Análise estatística	34
3. Resultados	35

3.1. Coeficiente de digestibilidade aparente do lipídio (CD_{LIP}) dos diferentes óleos	35
4. Discussão	36
5. Conclusão	38
6. Referências bibliográficas	39
Manuscrito 2 – Níveis e fontes de lipídios para girinos de rã-touro:	
desempenho e composição corporal	42
Resumo	43
Abstract	44
1. Introdução	45
2. Materiais e Métodos	46
2.1. Condições experimentais e animais utilizados.....	46
2.2. Dietas experimentais.....	47
2.3. Parâmetros de desempenho	51
2.4. Processamento das amostras e análises laboratoriais	51
2.5. Análise estatística	52
2.6. Delineamento experimental.....	53
3. Resultados	53
3.1. Desempenho e composição corporal	53
3.2. Composição dos ácidos graxos corporais.....	58
4. Discussão	63
5. Conclusão	65
6. Referências Bibliográficas	66

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A ranicultura, definida como a criação racional de rãs, é uma atividade zootécnica e econômica, cujo crescimento ocorreu na última década, em virtude de evoluções tecnológicas e, principalmente, do gradativo aperfeiçoamento das instalações e técnicas de manejo (CRIBB et al., 2013). É uma atividade em expansão em vários países, principalmente Brasil, China, Cuba, Equador, Indonésia, México, Taiwan e Tailândia (TEIXEIRA et al., 2001). O Brasil possui um imenso potencial de competição no cenário global por ter alcançado *know how* na produção em cativeiro, detendo tecnologias como, produção intensiva, parque agroindustrial, ampla rede de pesquisa e clima favorável (LIMA e CRUZ, 2000; CARDOZO JR., 2014).

Originária da América do Norte, a rã-touro gigante (*Lithobates catesbeianus*), introduzida no Brasil em 1935, habituou-se bem ao clima tropical, apresentando desenvolvimento precoce e ciclo de produção reduzido comparado ao local de origem (LIMA e AGOSTINHO, 1992; CRIBB et al., 2009). Se adaptou satisfatoriamente aos diferentes manejos físicos e alimentares de cada região, o que permitiu seu cultivo nacionalmente (CRIBB et al., 2013).

Na ranicultura, a fase de criação de girinos é muito importante, pois dela resultará, após a metamorfose, imagos em condições ideais que atendam aos índices zootécnicos satisfatórios na fase de recria (SEIXAS FILHO et al., 1998). Atualmente, são utilizadas rações comerciais para a alimentação dos girinos (ALBINATI et al., 2000). Estas podem causar deficiências nutricionais nos animais, levando a baixos resultados de desempenho (SEIXAS FILHO et al., 2011), heterogeneidade dos lotes (BARBOSA et al., 2005), além do aumento na mortalidade (HIPÓLITO et al., 2007).

A alimentação representa cerca de 57% do custo de produção de rãs no Brasil (LIMA e AGOSTINHO, 1992). Portanto, pesquisas são necessárias para o desenvolvimento de uma dieta adequada às exigências nutricionais dos girinos e que diminuam os custos da produção, e redução de nutrientes ao meio ambiente (N e P).

1. Hábito alimentar de girinos de rã-touro

Os girinos de rã-touro apresentam um tubo digestório longo, sem distinção anatômica do estômago, e o intestino chega a ser seis vezes maior que o próprio girino na fase de maior desenvolvimento (OLIVEIRA-BAHIA, 2007), classificando-o de acordo com Bértin (1958) com hábito alimentar onívoro.

Segundo Just et al. (1981), os girinos anuros apresentam três métodos básicos de alimentação: (1) filtração de partículas em suspensão; (2) ingestão de algas ou plantas aquáticas vasculares; (3) consumo de matéria animal morta ou viva. Portanto, como “filtradores”, os girinos ingerem organismos em suspensão (algas, protozoários, bactérias, partículas finas de plantas vasculares), e o tamanho das partículas variam de 0,1 μm até partículas maiores de acordo com a abertura da boca.

O bombeamento da água pela boca e a captura do alimento pelos girinos anuros foi descrita por Seale e Wassersug (1979). Assim, a água que entra na boca é movida pela ação entre o bombeamento dos músculos e do esqueleto cartilaginoso na parte inferior da cavidade bucal saindo através do espiráculo. O velo, uma porção não-muscular móvel, divide a cavidade oral de todos os girinos (exceto em pipídeos) em uma cavidade bucal anterior e uma cavidade faríngea posterior. Partículas alimentares maiores são aprisionadas pela cavidade bucal anterior e partículas menores são aprisionadas no muco segregado pela superfície branquial. O alimento preso é transportado através de cílios para o esôfago.

Todos os girinos herbívoros e carnívoros utilizam-se de bicos córneos e dentes labiais para triturar os alimentos mecanicamente e, em seguida, utilizam o aparelho de filtração para prender o alimento para a digestão (JUST et al., 1981). Independentemente de como obtém o alimento, girinos anuros possuem uma forma de “controlar” a fome, diminuindo drasticamente a taxa de movimento dos alimentos através do intestino durante os períodos de inanição, permitindo maiores taxas de assimilação (WASSERSUG, 1975).

A maioria dos girinos possuem várias enzimas digestivas, incluindo pepsina, amilase e lipase (ALTIG et al., 1975). Uma vez que eles não têm celulase, muito material vegetal passa através do trato alimentar intacto (JUST et al., 1981). A atividade da lipase

atinge um pico em *Xenopus* nos estágios 54 e 56 de Nieuwkoop e Faber (1967), e diminui para um mínimo no final do clímax da metamorfose, correspondendo ao período em que ocorre pouca alimentação. Após a metamorfose, a atividade enzimática aumenta gradualmente até atingir o nível adulto (JUST et al., 1981). Mesmo comportamento foi observado para a lipase em girinos de rã-touro, onde sua atividade foi verificada no quimo desde o estágio 25 de Gosner (1960), aumentando na fase pré-metamórfica possivelmente devido à melhor funcionalidade do pâncreas, e pelo maior requerimento para o desenvolvimento dos membros posteriores (SEIXAS FILHO et al., 2008).

É comum em girinos anuros, alguns crescerem e se metamorfosearem enquanto a maioria permanece atrofiada (SALTHER e MECHAM, 1974). Isso pode ocorrer mesmo com alta disponibilidade de alimentos, porque os girinos maiores: (1) produzem uma substância que impede o crescimento dos girinos pequenos; (2) são filtradores mais eficientes e assim competem com os menores por alimento; (3) impedem animais menores de acessarem o alimento (STEINWASCHER, 1978).

2. Digestibilidade

Estudos de digestibilidade avaliam a disponibilidade dos nutrientes e energia de ingredientes e dietas, os quais são fundamentais para a formulação de dietas nutricionais, econômica e ambientalmente eficientes (FRACALOSSO et al., 2013). Para as diferentes espécies, cada ingrediente possui uma disponibilidade energética, conforme suas particularidades na fisiologia digestiva (DEGANI e REVACH, 1991).

O método normalmente mais utilizado para a determinação da digestibilidade dos nutrientes em animais aquáticos é o método indireto, onde a coleta de fezes é parcial, a alimentação do animal é voluntária e, envolve o uso de um indicador na dieta, como o óxido de cromo (III), substância inerte e indigestível. Nesse método, o ingrediente teste deve ser incorporado junto com uma dieta referência que atendeu às exigências nutricionais da espécie (FRACALOSSO et al., 2013). Cho et al. (1985) recomendaram o uso de 70% da dieta referência mais 30% do ingrediente teste para simular condições práticas de alimentação. Em trabalhos com girinos de rã-touro para determinação da

digestibilidade do óleo foi utilizado 90% da dieta referência e 10% do ingrediente teste (ALBINATI et al., 2000; SECCO et al., 2005).

Com o método indireto (método da substituição), foi determinada a digestibilidade da proteína e energia de diferentes ingredientes utilizados em dietas para girinos de rã-touro, entre eles o óleo de soja que apresentou coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CD_{EB}) de 70% (SECCO et al., 2005). Para rãs-touro pós-metamorfoseadas foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente do lipídio de diferentes fontes de óleo, onde os óleos de peixe e de soja apresentaram os maiores valores, 97% e 95,8%, respectivamente (ZHANG et al., 2016).

De acordo com Henn et al., (2006), quando a inclusão do ingrediente-teste é uma pequena porção da dieta fornecida aos animais, a multiplicação do erro pode ser substancial. Ao contrário, se a inclusão for elevada, pode haver interferência na eficiência digestiva dos animais, alterando os resultados. Para evitar esses problemas, Henn et al. (2006) utilizaram o método da proteína e da gordura digestível para determinar a energia digestível das farinhas de sangue e de vísceras para suínos. Nesta metodologia, o coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente é calculado através de análise de regressão, onde a inclinação da reta (valor de b) corresponde ao valor do coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma boa alternativa ao método de substituição no cálculo da digestibilidade de ingredientes que não podem ser adicionados em altos níveis em dietas.

3. Fontes de óleo na alimentação animal (lipídios dietéticos)

Os lipídios, juntamente com as proteínas e carboidratos, constituem a principal classe de macronutrientes necessários para produção de energia, formação e desenvolvimento de células e tecidos, permitindo o crescimento e a manutenção da homeostase em todos os organismos vertebrados (TURCHINI et al., 2010). Em virtude das proporções de carbono, hidrogênio e oxigênio nas gorduras serem maiores que nos carboidratos, fornecem 2,25 vezes mais energia por quilo, na oxidação (ANDRIGUETTO et al., 2002). Dentro de certos limites, o aumento do nível de lipídios nas dietas melhora

a utilização dos alimentos, exercendo efeito poupador de proteína, para a produção de energia (DU et al., 2008).

Os lipídios são constituídos de ácidos graxos, os quais são classificados em função do comprimento e do grau de insaturação (número de duplas ligações) da cadeia de carbono (LEHNINGER et al., 1995). Os ácidos graxos do grupo ômega 6, são assim chamados por apresentarem a primeira insaturação (dupla ligação), na cadeia carbônica, no sexto átomo de carbono, a partir do lado oposto ao do carbono carboxílico (COOH). É transformado pelo organismo humano no ácido araquidônico, C_{20:4} e, desta transformação, resultam, além do ácido araquidônico, pequenas quantidades de outros ácidos graxos poli-insaturados semelhantes ao primeiro (GURR, 1995). Diversos ácidos graxos poli-insaturados não podem ser produzidos endogenamente, por isso são chamados de essenciais, ou seja, são oriundos apenas da dieta (WAITZBERG, 2006).

Os ácidos graxos de ocorrência mais comum encontrados em peixes (Tabela 1) contêm números pares de átomos de carbono (C₁₂-C₂₄), em cadeias lineares, com um grupo carboxilo terminal e ligações etilênicas, geralmente sob a configuração cis (TURCHINI et al., 2010). A composição de ácidos graxos das reservas lipídicas geralmente se assemelha à do alimento (COWEY et al., 1976).

Os ácidos graxos da dieta são absorvidos no intestino e rearranjados na forma de triglicerídeos. Como lipídios, que não são miscíveis com a água, para que possam ser transportados num meio predominantemente aquoso, como é o sangue, faz-se necessária a estabilização dos mesmos por camadas de fosfolipídios e proteínas. Essas partículas resultantes são as chamadas lipoproteínas (BNF, 1994). Após a absorção de ácidos graxos nas células, eles se tornam ligados a baixo peso molecular (12 -15 kDa) (GLATZ et al., 1997).

Tabela 1 - Ácidos graxos comumente encontrados em tecidos de peixe.

Nome sistemático	Nome comum	Designação abreviada
Ácidos graxos saturados		
Dodecanóico	Láurico	24:0
Tetradecanóico	Mirístico	14:0
Hexadecanóico	Palmítico	16:0
Octadecanóico	Esteárico	18:0
Eicosanóico	Araqúidico	20:0
Docosanóico	Beénico	22:0
Tetracosanóico	Lignocérico	24:0
Ácidos graxos monoinsaturados		
7-hexadecanóico	Palmitoleico	16:1n-7
cis-9-octadecenóico	Oleico	18:1n-9
11-octadecenóico	Vaccénico	18:1n-7
9-eicosenóico	Gondóico	20:1n-11
11-eicosenóico	Gadoleico	20:1n-9
11-docosanóico	Cetoleico	22:1n-11
13-docosanóico	Erúcico	22:1n-9
15-tetracosanóico	Lignocérico	24:1n-9
Ácidos graxos poliinsaturados		
9-12-octadecadienoico	Linoleico	18:2n-6
6,9,12-octadecatrienóico	Alfalinolênico	18:3n-6
8,11,14-eicosatrienóico	Gamalinolênico	20:3n-6
5,8,11,14-eicosatetraenóico	Araquidônico	20:4n-6
7,10,13,16-docosatetraenóico	Adrênico	22:4n-6
4,7,10,13,16-docosapentaenóico	Docosapentaenóico	22:5n-6
9,12,15-octadecatrienóico	Alfalinolênico	18:3n-3
6,9,12,15-octadecatrienóico	Estearidônico	18:4n-3
8,11,14,17-eicosatetraenóico	Eicosatetraenóico	20:4n-3
5,8,11,14,17-eicosapentaenóico	Timnodônico	20:5n-3
7,10,13,16,19-docosapentaenóico	Clupanodônico	22:5n-3
4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico	Cervônico	22:6n-3

*Fonte: Turchini et al., (2010)

Nos últimos anos, há uma busca por novas fontes de óleo na indústria de alimentação animal que substituam as originadas do extrativismo de fontes naturais, como o óleo de peixe marinho (TRUSHENSKI e LOCHMANN, 2009, TURCHINI et al., 2010). Os óleos de peixe são tipicamente caracterizados por uma matriz de ácidos graxos que variam em comprimento de cadeia de C12 a C24, porém, os ácidos graxos principais presentes em concentrações maiores incluem 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 20:5n-3 e 22:6n-3 (TURCHINI et al., 2010). Com relação aos óleos de origem vegetal, a época, o local, as condições climáticas e as características genéticas da planta utilizada

influenciam no perfil dos ácidos graxos, porém, a maioria dos óleos utilizados comercialmente são fontes de ácidos graxos importantes, como é o caso do girassol que possui grandes concentrações de ácido linoleico, C18:2n-6 (LEITE et al., 2005).

Segundo Pupa (2004), com o aperfeiçoamento dos métodos de extração de óleos, reduziu-se o teor de extrato etéreo nos resíduos normalmente utilizados na composição das dietas e, gradativamente o número de componentes de rações vêm sofrendo uma extração prévia de gordura. Tais métodos eficientes usados atualmente, para a extração dos materiais gordurosos da farinha de peixe e das sementes oleaginosas resultam em uma carência de ácidos graxos nos componentes da dieta, a qual pode ser compensada pela adição de fonte de óleo ou gordura.

Em particular, espécies de peixes que possuem proporções muito elevadas (> 5%) de 20:1n-9 (gadoleico) e 22:1n-11 (cetoleico), é indicativo de uma dieta rica em zooplâncton (copépodes, euphausiids e calanoida) que contém abundância de ésteres de cera (ACKMAN, 2008). No entanto, a composição de ácidos graxos dos óleos de peixe individuais variam consideravelmente, influenciado por fatores como idade, tamanho, espécie, estado reprodutivo, localização geográfica, e a época do ano quando pescado (TURCHINI et al., 2010).

Com relação a girinos de rã-touro, não há estudos sobre a utilização de diferentes fontes de óleo em sua dieta, bem como sua influência no desempenho dos animais. Para rãs-touro pós-metamorfoseadas foi observado que os óleos de soja e de dendê na proporção de 5,2% na dieta podem substituir totalmente o óleo de peixe, não afetando o desempenho dos animais (ZHANG et al., 2016).

3.1. Óleo de milho

Os óleos de sementes têm demandas extensas tanto para alimentação animal, para o consumo humano, como para aplicações industriais (KYARI, 2008). O óleo de milho é obtido por um processo da recuperação de óleo a partir do germe de milho, envolvendo o pré-tratamento do germe por reidratação, condicionamento e, opcionalmente, descamação. Isto é seguido por extrusão, que é a operação central na preparação do germe de milho para recuperação do óleo (MAZA, 2001).

No Brasil, a utilização primária da produção de milho é para a alimentação animal (84%), principalmente avicultura e suinocultura, e 11% é consumido pela indústria, para diversos fins. Seu uso industrial não se restringe a alimentos. Ele é largamente utilizado na produção de elementos espessantes, colantes e na produção de óleos (MENEGALDO, 2011). O óleo de milho tem elevada concentração de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) essenciais, tais como ácido linoleico (46-60%), pouco ácido linolênico (1%), monoinsaturados (24,2% de ácido oleico), saturados (12,7% de ácido palmítico e esteárico), não contém colesterol e altas concentrações de tocoferol e antioxidantes carotenoides (WEBER et al., 1987).

As plantas geneticamente modificadas aumentaram o teor de óleo de 6,5 para 11%, melhorando a disponibilidade de energia na alimentação animal. Tal modificação genética produzem grande variedade de óleos com diferentes composições de ácidos graxos, no entanto, o óleo de milho transgênico possui propriedades semelhantes às da contrapartida isogênica (SHATTA et al., 2016).

3.2. Óleo de canola

Canola é a marca registrada da “Canola Council of Canada” para a semente, óleo e derivados de cultivares de colza, com baixo teor de ácido erúico e glicosinolatos (CGC, 2017). Diferente da maioria dos óleos vegetais, o problema do óleo de canola é o teor de clorofila, que requer um processamento extra e esforço analítico, e certas limitações no comportamento de cristalização quando altamente hidrogenadas. Em escala comercial, certos processamentos com a utilização de ácidos são necessários para a produção do óleo bruto degomado, possibilitando aplicar refinação física ao óleo (MAG, 1983).

O óleo de canola é um potencial candidato para fornecer energia suficiente na forma de ácidos graxos monoenólicos mantendo altas taxas de crescimento à medida em que possui níveis moderados de 18:2 (n-6) e 18:3 (n-3), em proporção de 2:1 e uma abundância de 18:1 (n-9). A proporção de 18:2 (n-6) / 18:3 (n-3) no óleo de canola torna-o benéfico para a saúde humana, bem como para a saúde dos peixes (ACKMAN, 1990).

É um substituto efetivo do óleo de peixe para o salmão do Atlântico, permitindo taxas de crescimento e eficiência alimentar semelhantes, sem efeitos aparentes sobre a

saúde dos peixes. No entanto, a inclusão do óleo de canola em níveis superiores a 50% dos lipídios suplementares resulta em diminuições significativas da relação PUFA (n-3) / (n-6) e das concentrações de EPA e DHA na carne do peixe, reduzindo consideravelmente assim os benefícios nutricionais do peixe para o consumidor humano. Isso não impede o uso de níveis mais elevados de óleo de canola em dietas para o salmão do Atlântico, desde que usados em tempo apropriado antes da comercialização (BELL et al., 2001).

3.3. Óleo de girassol

O óleo de girassol é originado através da planta anual da família das Asteraceae (*Helianthus annuus*). Obtido por prensagem mecânica a frio, é considerado uma boa fonte de vitamina E (58 mg/ 100g de óleo) e de polifenóis (TURATTI et al., 2001). Os objetivos principais do melhoramento genético desta espécie devem ser, além da obtenção de cultivares com elevado teor de óleo, a aquisição de um farelo que também possua boa qualidade nutricional (MANDARINO, 1992)

A composição química das sementes de qualquer genótipo de girassol varia amplamente com o local de produção, clima, fertilizantes e até mesmo com a posição da semente (LEITE et al., 2005). A utilização do óleo de girassol pelas indústrias é dada de acordo com a composição dos ácidos graxos, pois dois tipos de óleo podem ser obtidos, um com elevado teor de ácido oleico (80-90%) e outro com elevado teor de ácido linoleico (70-80%). Esses dois tipos de óleos possuem diferentes utilidades industriais, e mantêm suas composições de ácidos graxos, apesar das variações de ambiente (MANDARINO, 1992).

Quanto ao teor de vitaminas, o caroço apresenta: Vitamina A (50 UI), tiamina (1,96mg/100g), riboflavina (0,23mg/100g) e niacina (5,4 mg/100g). A energia contida no caroço é da ordem de 560 Kcal/100g e, dos carboidratos totais, 3,8 g/100g são representadas pela fibra bruta. O teor percentual médio de água, proteína e gordura total em base seca das sementes de girassol, são de 4,8%, 24% e 47,3%, respectivamente (LEITE et al., 2005).

De maneira geral, a semente de girassol possui cerca de 45 a 65% de óleo em sua composição (GRUNVALD et al., 2014). O óleo de girassol é essencialmente constituído por triacilgliceróis (98 a 99%). Tem um elevado teor em ácidos graxos insaturados (cerca de 83%), e em vitamina E (alfa-tocoferol), mas um reduzido teor em ácido linolênico ($\leq 0,2\%$). É essencialmente rico em ácido graxo essencial, ácido linoleico (cerca de 60%) que auxilia na redução do colesterol plasmático (IOCCA et al., 2015).

3.4. Óleo de linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é a semente do linho, planta pertencente à família das Lináceas, que tem sido cultivada há cerca de 4000 anos nos países mediterrâneos (GALVÃO et al., 2008). Dentre os alimentos funcionais, a linhaça é reconhecidamente uma das maiores fontes de ácidos graxos essenciais ω -3 e ω -6, possuindo ainda diversos nutrientes como as fibras e os compostos fenólicos, conhecidos por exercerem atividade antioxidante (MAYES, 1994). A presença de compostos com potencial antioxidante em alimentos como a linhaça desponta como uma alternativa natural contra os efeitos oxidativos dos radicais livres sobre os alimentos, uma vez que a utilização segura de antioxidantes sintéticos como o butil hidroxitolueno (BHT) tem sido questionada (devido à problemas de solubilidade, aparecimento de sabores estranhos, como “off-flavors”, e caráter toxicológico) (GALVÃO et al., 2008).

Entre os componentes da linhaça há tanto fibras solúveis quanto insolúveis (NORTHRUP, 2004). Rica em ácidos graxos essenciais, com elevado teor de lipídios (32 a 38%), sendo que destes 50 a 55% são do ácido graxo insaturado α -linolênico (18:3n-3), pertencente à família ω 3 (GÓMEZ, 2003). Contém ainda ácido linoleico (da família ω 6) e ácidos graxos monoinsaturados e saturados (GALVÃO et al., 2008).

O óleo é usado pelas indústrias na fabricação de tintas, vernizes e resinas, já o farelo é vendido para fábricas de rações animais. Há também o desenvolvimento de processos que incluem o óleo de linhaça em rações, de forma que os produtos para consumo humano como a carne, ovos, leite, possam estar enriquecidos com ácidos graxos ω 3 (TURATTI, 2002).

3.5. Óleo de peixe

Com relação ao óleo e a farinha de peixe, ambos são produtos obtidos simultaneamente em escala industrial a partir de diversas espécies e subprodutos da pesca marinha. Podem ser utilizados principalmente como ingredientes na formulação de dietas para alimentação animal e fonte de ω -3 para consumo humano (EFSA, 2010; TURCHINI et al., 2010).

Os óleos provenientes de peixes marinhos contêm grandes quantidades de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa ω -3, que são oriundos do ácido graxo linolênico advindo de fontes primárias na alimentação dos peixes. Sua composição específica em ácidos graxos ω -3 justifica a grande utilização em nutrição humana. Os principais ácidos graxos desta classe são o eicosapentaenóico (EPA) e docosaexaenóico (DHA), podendo representar cerca de 26% dos ácidos graxos presentes em óleos de peixe. A utilização de ácidos graxos da série ω -3 apresenta grande influência no metabolismo dos triacilgliceróis, nos níveis de colesterol LDL, além da interferência na agregação plaquetária, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (STANSBY, 1990; GRUNDY, 1994).

Muitos estudos sobre a substituição de óleo de peixe na dieta foram realizados, e, em geral, esta substituição com fontes lipídicas convencionais parece ser possível quando o ácido graxo essencial atinge o mínimo adequado ao crescimento (SARGENT et al., 1999; MILLER et al., 2007; TURCHINI et al., 2010). O óleo de peixe pode ser substituído, parcial ou totalmente, por óleos vegetais, podendo causar alterações nos perfis de ácidos graxos, e está intimamente relacionado ao teor de lipídios das espécies de peixes (TURCHINI et al., 2010). Estudos com salmão do Atlântico não demonstram efeito no filé e no teor de lipídios quando o óleo de peixe foi substituído por óleos vegetais, entretanto o conteúdo de gordura abdominal foi alterado (TORSTENSEN et al., 2011).

3.6. Óleo de salmão

Este óleo é normalmente, obtido através de salmões (*Salmo salar* L.) provindos de cultivos, e tem se tornado disponível devido ao crescimento de sua produção. Atualmente, a Noruega lidera as pesquisas com esse óleo, que tem sido utilizado principalmente na indústria de alimentos pet (HAUMANN, 1998; HARALDSSON e HJALTASON, 2001).

A composição percentual de ácidos graxos nos lipídios totais dos filés de salmão *in natura*, apresentam um total de 17 ácidos graxos, sendo 30,55% de ácidos graxos saturados, onde o maior percentual (18,04%) foi encontrado para o ácido palmítico (16:0). Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o ácido predominante foi o oleico (18:1 n-9) apresentando percentual de 18,32%. Quanto à quantidade de ácido cervônico (DHA - 22:6n-3) foi de 17,50%, sendo que a quantia dos ácidos graxos poliinsaturado totais (AGPI) encontrados foi 37,90%. Além desses, foram encontrados no salmão outros ácidos graxos pertencentes às famílias n-6 e outros n-3 em quantidade apreciável e suficiente para uma boa fonte de ácidos graxos essenciais (TONIAL et al., 2010).

4. Deposição corporal

Os componentes básicos avaliados na composição corporal, tais como proteína, gordura, minerais e água, podem estar disponíveis temporariamente no sangue, acumulados pelo animal ou originados do catabolismo tecidual incorporados (ex.: músculos) (VARGAS et al., 2005). A determinação da composição corporal é importante em estudos que avaliam a regulação do crescimento (LANNA et al., 1995), para a compreensão da eficiência dos sistemas de produção (PAULINO, et al., 2009), avaliação dos alimentos e/ou crescimento corporal (BONILHA et al., 2007).

Diversos estudos demonstram que dietas ricas em lipídios levam ao aumento da deposição de gordura em peixes (STOWELL e GATLIN, 1992; ARZEL et al., 1994; LEE et al., 2002). Também foi observado que a composição de ácidos graxos dos lipídios dietéticos podem alterar a composição corporal ou ácidos graxos do músculo em muitas

espécies de peixes carnívoros ou herbívoros (GREENE e SELIVONCHICK, 1990; HUANG et al., 2001; HIGGS et al., 2006; DU et al., 2008; TURCHINI, et al., 2010).

Robalos (*Scophthalmus maximus L.*) alimentados com dietas ricas em proteínas, observou-se que a mesma foi depositada principalmente como fonte de energia; entretanto, quando alimentados com dietas ricas em lipídios menos energia foi depositada como forma de proteína e proporcionalmente maior quantidade como reservas lipídicas (BROMLEY, 1980). Em girinos de rã-touro alimentados com ração comercial contendo 55% de proteína bruta, observou-se que a deposição de proteína corporal foi maior comparada à deposição de gordura, o que pode ser atribuído ao requerimento maior deste nutriente pelos girinos (MANSANO et al., 2013). Os autores também verificaram que a taxa máxima de deposição de gordura corporal foi mais tardia (41,3 dias) do que as taxas máximas de proteína (36,2 dias), água (37,1 dias) e sais minerais (35,2 dias).

Para girinos, a deposição de nutrientes é importante, pois serão necessários durante o clímax da metamorfose, onde o indivíduo cessa sua alimentação, reabsorvendo parte dos nutrientes da cauda por apoptose (JUST et al., 1981; ISHIZUYA-OKA et al., 2010). Espera-se que a utilização de fontes de óleo na dieta de girinos de rã-touro, ocorra um maior depósito de proteína e energia corporal, nutrientes essenciais durante a metamorfose.

Como para girinos de rã-touro não há estudos sobre a utilização de diferentes fontes de óleo em sua dieta, o objetivo do presente estudo foi comparar duas metodologias na determinação da digestibilidade dos lipídios de diferentes fontes de óleo de origem vegetal e animal, bem como o desempenho e composição corporal de girinos de rã-touro.

5. Referências bibliográficas

- ACKMAN R.G. Canola Fatty Acids - An ideal mixture for health, nutrition, and food use. In: Shahidi F. (eds). **Canola and Rapeseed**. Springer, Boston, MA, 1990, p.81-98.
- ACKMAN, R.G. Fatty acids in fish and shellfish. In: CHOW, C.K., **Fatty acids in foods and their health implications**, 2008. 3ª edição, Boca Raton, FL (USA). CRC Press. 1296p.
- ALBINATI, R.C.B.; LIMA, S.L.; TAFURI, M.L.; DONZELE, J.L. Digestibilidade aparente de dois alimentos protéicos e três energéticos para girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2151-2156, 2000.
- ALTIG, R.; KELLY, J.P.; WELLS, M.; PHILLIPS, J. Digestive enzymes of seven species of anuran tadpoles. **Herpetologica**, v.31, n.1, p.104-108, 1975.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.B.F.A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal os alimentos**. 4 ed. Editora: Nobel. São Paulo, SP. 2002. 395p.
- ARZEL, J.; LOPEZ, F.X. M.; MÉTAILLER, R.; STÉPHAN, G.; VIAU, M.; GANDEMER, G.; GUILLAUME, J. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. **Aquaculture**, v.123, n.3-4, p.361-375, 1994.
- BARBOSA, J.M.; SILVEIRA, A.M.; GOMIDE, C.A. Crescimento heterogêneo de girinos de rã-touro alimentados com diferentes rações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.10, p.1015-1019, 2005.
- BELL, J.G.; MCEVOY, J.; TOCHER, D.R.; MCGHEE, F.; CAMPBELL, P.J.; SARGENT, J.R. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. **Journal of Nutrition**, v.31, n. 5, p.1535-1543, 2001.

- BÉRTIN, L. Appareil digestif. In: Grassé, P. P. (ed.). **Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie**, v.13, n.2, p.1249-1301, 1958.
- BONILHA, S.F.M.; PACKER, I.U.; FIGUEIREDO, L.A.D.; RESENDE, F.D.D.A.; ALLEONI, G.F.; RAZOOK, A.G. Efeito da seleção para peso pós-desmame sobre a composição corporal de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.5, p.1282-1287, 2007.
- BNF – BRITISH NUTRITION FOUNDATION. **Unsaturated fatty acids: nutritional and physiological significance: the report of the British Nutrition Foundation's Task Force**. London: Chapman & Hall, 1994. 211p.
- BROMLEY, P.J. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus L.*). **Aquaculture**, v.19, n.4, p.359-369, 1980.
- CGC – CANADIAN GRAIN COMMISSION, Official Grain Grading Guide. **Canadian Grain Commission** (ISSN 1704-5118). Winnipeg, 2017.
- CARDOZO JUNIOR, F. Principais cultivos: O pulo da rã. In: **1º Anuário estatístico brasileiro da pesca e aquicultura: 2014**. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, DF: ACEB/MPA, 2014, p.50-51.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development**. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1985. 154p.
- COWEY, C.B.; ADRON, J.W.; OWEN, J.M.; ROBERTS, R.J. The effect of different dietary oils on tissue fatty acids and tissue pathology in turbot *Scophthalmus maximus*. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry**, v.53, n.3, p.399-403, 1976.
- CRIBB, A. Y. Avaliação e transferência de tecnologia: os contornos de um projeto de dinamização da inovação na cadeia da rã. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL**, 47f., 2009, Porto Alegre. Anais... Brasília, DF: SOBER, Ref. trabalho 221, 2009.

- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTÉRIO, C.M.F. **Manual técnico de ranicultura**. Ed. Embrapa. Brasília, DF, 2013. 73p.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* X *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, n.4, p.397-403, 1991.
- DU, Z.Y.; CLOUET, P.; HUANG, L.M.; DEGRACE, P.; ZHENG, W.H.; HE, J.G.; TIAN, L.X.; LIU, Y.J. Utilization of different dietary lipid sources at high level in herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*): mechanism related to hepatic fatty acid oxidation. **Aquaculture Nutrition**, v.14, n.1, p.77-92, 2008.
- EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion on fish oil for human consumption. Food hygiene, including rancidity. Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). **EFSA Journal**, v.8, n.10, p.1874-1922, 2010.
- FRACALOSSO, D.M.; RODRIGUES, A.P.O.; SILVA, T.S.C.; CYRINO, J.E.P. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. In: **FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds.). Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013, p.37-63.
- GALVÃO, E.L.; SILVA, D.C.F. da; SILVA, J.O. da; MOREIRA, A.V.B.; SOUSA, E.M.B.D. de. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Food Science and Technology**, v.28, n.3, p.551-557, 2008.
- GLATZ, J.F.C.; LUIKEN, J.J.F.P.; VAN NIEUWENHOVEN, F.A.; VAN DER VUSSE, G.J. Molecular mechanism of cellular uptake and intracellular translocation of fatty acids. In: BAZINET, R.C., **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.57, n.1, p.3-9, 1997.

- GÓMEZ, M.E.D.B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa.** 2003. 149 f. Tese - (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Universidade de São Paulo – USP, 2003.
- GOSNER, K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, v.16, n.3, p.183-190, 1960.
- GREENE, D.H.; SELIVONCHICK, D.P. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.89, n.2, p.165-182, 1990.
- GRUNDY, S. M. **Nutrition and Disease Update: Heart Disease**, Ed. KRITCHEVSKY, D. e CARROLL, K.K. The American Oil Chemists' Society (AOCS). Champaign, Illinois – USA, 1994, 279p.
- GRUNVALD, A. K.; CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B; PIRES, J. L. F.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de girassol convencional e alto oleico na Região Sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 57, p.217-223, 2014.
- GURR, M.I. **Role of fats in food nutrition**. 2. Ed. London: Elsevier. 1995. 207p.
- HARALDSSON G.G.; HJALTASON, B. Fish oils as sources of polyunsaturated fatty acids. **In: GUNSTONE, F.D. Structured and modified lipids**, New York, Ed. Marcel Dekker, Inc., p.313-350, 2001.
- HAUMANN, B.F. Alternative sources for n-3 fatty acids. **Journal of Internal Medicine**, v.9, p.1108-1119, 1998.
- HENN, J.D.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. Comparação do valor nutritivo de farinhas de sangue e de farinhas de vísceras para suínos utilizando-se o método da proteína e

- gordura digestíveis e o método de substituição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1366-1372, 2006.
- HIPOLITO, M.; RIBEIRO FILHO, O.P.; BACH, E.E. Aspecto bioquímico em fígados de *Rana catesbeiana* (SHAW, 1802) submetidas a diferentes dietas. **ConScientiae Saúde**, v.6, n.1, p.49 - 56, 2007.
- HIGGS, D.A.; BALFRY, S.K.; OAKES, J.D.; ROWSHANDELI, M.; SKURA, B.J.; DEACON, G. Efficacy of an equal blend of canola oil and poultry fat as an alternate dietary lipid source for Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) in sea water. I: effects on growth performance, and whole body and fillet proximate and lipid composition. **Aquaculture Research**, v.37, n.2, p.180-191, 2006.
- HUANG, C.H.; SHYONG, W.J.; LIN, W.Y. Dietary lipid supplementation affects the body fatty acid composition but not the growth of juvenile river chub, *Zacco barbata* (Regan). **Aquaculture Research**, v.32, n.12, p.1005-1010, 2001.
- IOCCA, A.F.S.; DALCHIAVON, F.C.; MALACARNE, B.J.; CARVALHO, C.G.P. Avaliação do teor e produtividade de óleo em genótipos de girassol. **In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 21.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 9., 2015**, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2015.
- ISHIZUYA-OKA, A.; HASEBE, T.; SHI, Y.B. Apoptosis in amphibian organs during metamorphosis. **Apoptosis**, v.15, n.3, p.350-364, 2010.
- JUST, J.J.; KRAUS-JUST, J.; CHECK, D.A. Survey of chordate metamorphosis. **In: Lawrence, G. Metamorphosis: a problem in developmental biology**, 1981, p.265-326.
- KYARI M.Z. Extraction and characterization of seed oils. **International Agrophysics Journal**, n.22, p.139-142, 2008.

- LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; LEME, P.R. Estimation of carcass and empty body composition of zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.189-197, 1995.
- LEE, S.M.; JEON, I.G.; LEE, J.Y. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegelii*). **Aquaculture**, v.211, n.1, p.227-239, 2002.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Lipídios. **In: Princípios de bioquímica**. 2ª edição, São Paulo: Sarvier, 1995, p.280-300.
- LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. DE. **Girassol no Brasil**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa. MG, Ed: UFV, 1992. 168p.
- LIMA, S. L.; CRUZ, T. A. **Ranicultura: comercialização e condições de mercado**. Seção do site intitulado "Ranicultura". UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2000. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dta/ran/merc.htm>. Acesso em: 03/07/2017.
- MAG, T.K. Canola oil processing in canada. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.60, n.2, p.380-384, 1983.
- MANDARINO, J.M.G. **Características bioquímicas e nutricionais do óleo e do farelo de girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSO (Documento, n.52), 1992. 25 p.
- MANSANO, C.F.M.; STÉFANI, M.V.; PEREIRA, M.M.; MACENTE, B.I. Deposição de nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.8, p.885-891, 2013.
- MAYES, P. A. Lipídios de Importância Fisiológica. **In: Harper: Bioquímica**. 7 ed. São Paulo: Atheneu, 1994, p.142-154.

- MAZA, A., inventor; BESTFOODS, cessionário. **Process for recovery of corn oil from corn germ**. United States patent US6201142B1. 2001 Mar 13.
- MENEGALDO, J.G. A importância do milho na vida das pessoas. **Agrosoft Brasil**. Embrapa Meio-Norte. 2011. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/888767/1/Importanciamilho.pdf>>. Acesso em: 27 de Novembro 2017.
- MILLER, M.R., NICHOLS, P.D.; CATER, C.G. Replacement of fish oil with thraustochytrid *Schizochytrium sp. L* oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar L*) diets. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.148, p.382-392, 2007.
- NIEUWKOOP, P.D.; FABER, J. **Normal Table of *Xenopus laevis* (Daudin): a systematic and chronological survey of the development from the fertilized egg till the end of metamorphosis**. Amsterdam, Ed. Elsevier (North Holland Publishing), 1967. 252p.
- NORTHRUP, C. **A sabedoria da Menopausa: criando saúde física e emocional, curando-se durante a mudança**. São Paulo: Ed. Gaia, 2004. 528p.
- OLIVEIRA-BAHIA, V.R.L. **Morfologia e enzimologia do sistema digestório dos girinos da rã-touro (*Rana catesbeiana*) durante o desenvolvimento e metamorfose**. 2007. 148f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP, 2007.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.D.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; FONSECA, M.A.; MARCONDES, M.I. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.
- PUPA, J.M.R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.69-73, 2004.

- SALTHER, S.N.; MECHAM, J.S. Reproductive and courtship patterns. **Physiology of the Amphibia**, v.2, p.309-521, 1974.
- SARGENT, J.R.; BELL, J.G.; McEVOY, L.; TOCHER, D.R.; ESTEVEZ, A. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, v.177, n.1-4, p.191-199, 1999.
- SEALE, D.B.; WASSERSUG, R.J. Suspension feeding dynamics of anuran larvae related to their functional morphology. **Oecologia**, v.39, n.3, p.259-272, 1979.
- SECCO, E.M.; STÉFANI, M.V.; VIDOTTI, R.M. Apparent digestibility of different ingredients in diets for bullfrog *Rana catesbeiana* tadpoles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.36, n.1, p.135-140, 2005.
- SEIXAS FILHO, J. T.; PEREIRA MELLO, S.C.R.; SILVA, J.M.F.; THOMAS, J.E.; MELO, C.M.S. Efeito de níveis de energia e proteína bruta no desempenho de girinos (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.664-669, 1998.
- SEIXAS FILHO, J.T.; OLIVEIRA, M.G.A.; MOURA, G.S.; GARCIA, S.L.R.; LANNA, E.T.A.; SILVA, L.N. Desempenho e atividades enzimáticas em girinos de rã-touro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1617-1624, 2008.
- SEIXAS FILHO, J.T.; NAVARRO, R.D.; SILVA, L.N.; SOUZA, L.N. Alimentação de girinos de rã-touro com diferentes níveis de proteína bruta, **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.2, p.250-256, 2011.
- SHATTA, A.A.; RAYAN, A.M.; EL-SHAMEI Z.S.; GAB-ALLA, A.A.; MOUSSA, E.A. Comparative study of the physicochemical characteristics of oil from transgenic corn (Ajeeb YG) with its non-transgenic counterpart. **Austin Food Sciences**, v.1, n.5, p. 1-5, 2016.

- STEINWASCHER, K. The effect of coprophagy on the growth of *Rana catesbeiana* tadpoles. **Copeia**, n.1, p.130-134, 1978.
- STANSBY, M. E. **Fish oils in nutrition**. New York: Van Nostrand Reinhold (Ed.), 1990. 313p.
- STOWELL, S.L.; GATLIN, D.M. Effects of dietary pantothenic acid and lipid levels on growth and body composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.108, n.1-2, p.177-188, 1992.
- TEIXEIRA, R. D.; MELLO, S.C.R.P.; SANTOS, C.A.M.L.D. **The world market for frog legs**. FAO/GLOBEFISH. Research Programme. Kuala Lumpur, Malaysia: INFOFISH (FAO), v.68, 2001, 44p.
- TONIAL, I.B.; OLIVEIRA, D.F.; BRAVO, C.E.C.; SOUZA, N.E. de; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p.93-98, 2010.
- TORSTENSEN, B.E.; ESPE, M.; STUBHAUG, I.; LIE, Ø. Dietary plant proteins and vegetable oil blends increase adiposity and plasma lipids in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **British Journal of Nutrition**, v.106, n.5, p.633-647, 2011.
- TRUSHENSKI, J.T.; LOCHMANN, R.T. Potential, implications and solutions regarding the use of rendered animal fats in aquafeeds. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v.4, n.4, p.108-128, 2009.
- TURATTI, J. M. A importância dos ovos numa dieta saudável. **Óleos e Grãos**. São Caetano do Sul, v. 9, n. 59, p.22-24, 2001.
- TURATTI, J.M.; GOMES, R.A.R.; ATHIÉ, I. **Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas: ITAL, 2002. 78p.

- TURCHINI, G.M.; NG, W.K.; TOCHER, D.R. (Eds.) **Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds**. CRC Press, 2010. 551p.
- VARGAS, G.D.; DIONELLO, N.L.; BRUM, P.A.R.; RUTZ, F.; FIALHO, F.B. Modelo de simulação do crescimento e desenvolvimento de frangos de corte: descrição e implementação. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.440-445, 2005.
- WAITZBERG, D.L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3 ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2006. 1860p.
- WASSERSUG, R.J. The adaptive significance of the tadpole stage with comments on the maintenance of complex life cycles in anurans. **American Zoologist**, v.15, n.2, p.405-417, 1975.
- WEBER E.J.; WATSON, S.A.; RAMSTAD, P.E. **Corn: Chemistry and Technology**. St. Paul-MN: Ed. American Association of Cereal Chemists, 1987. 605p.
- ZHANG, C.X.; HUANG, K.K.; LE LU, K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L.; E LI, P. Effects of different lipid sources on growth performance, body composition and lipid metabolism of bullfrog *Lithobates catesbeiana*. **Aquaculture**, v.457, p.104-108, 2016.