

## UTILIZAÇÃO DE SILAGEM DO GRÃO DE MILHO REIDRATADO E DE RESÍDUO DE TILÁPIA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

*(Utilization of silage of rehydrated corn grain and of the tilapia residue in the animal feeding)*

Núbia Regiane Bueno de Ávila<sup>1</sup>; Nhayandra Christina Dias e Silva<sup>2</sup>; Rafael Fernandes Leite<sup>1</sup>; Ligiane Aparecida Florentino<sup>1</sup>; Aداuton Vilela de Rezende<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto de Agronomia, Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Rodovia Km 0, Bairro Trevo, MG-179, Alfenas, MG, CEP: 37130-000, Brasil; <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - UNIFENAS, Alfenas, MG.

### RESUMO

A busca por fontes alternativas de alimentos, que supram às exigências nutricionais dos animais e que sejam economicamente viáveis, é fundamental para uma maior eficiência produtiva e econômica na pecuária mundial. A técnica de reidratação do grão de milho como alimento alternativo, tem possibilitado melhoras no padrão de fermentação e nos aspectos nutritivos, além de trazer como vantagem, sua produção em qualquer época do ano, uma vez que o grão pode ser adquirido de terceiros e reidratado na própria fazenda. O soro de leite é um dos subprodutos mais poluentes da indústria de alimentos e sua natureza perecível não permite a estocagem por períodos prolongados, surgindo, então, a necessidade de se utilizar alguma técnica de conservação e uma possível alternativa seria usá-lo como veículo de reidratação do milho no processo ensilagem, processo que permite a conservação do alimento em meio anaeróbico. A tilápia do Nilo é um dos peixes mais comercializados no país; contudo, 70% do animal é descartado no processo de filetagem, resultando em grandes volumes de resíduo. Este resíduo possui alto valor proteico, mas é altamente perecível; acaba sendo normalmente descartado, causando prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos. De acordo com a literatura, o resíduo de tilápia tem grande potencial de uso na alimentação de não ruminantes; contudo, é necessário o uso de um método de conservação, como a ensilagem, que propiciará a produção de ácidos orgânicos e, conseqüentemente, redução do pH da massa ensilada para a sua conservação. Sendo

---

\*Endereço de correspondência:  
rafael.leite@unifenas.br

assim, objetivou-se com essa revisão de literatura, esclarecer melhor a utilização de silagem do grão de milho reidratado e de resíduo de tilápia, como alimento alternativo na nutrição animal e seus benefícios.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo, milho reidratado, resíduo de pescado, silagem biológica.

### ABSTRACT

The search for alternative sources of food, which meet the nutritional requirements of the animals and are economically viable, is fundamental for greater productive and economic efficiency in the world livestock. The technique of rehydration of the corn grain as an alternative food, has made possible improvements in the fermentation standard and in the nutritive aspects, besides to bring as advantage, the production at any time of the year, since the grain can be acquired from other producers and rehydrated in the own farm. Whey is one of the most polluting by-products in the industry of food and its perishable nature does not allow long-term storage, arising thus, the need of to use some conservation technique and a possible alternative would be to use it as a rehydration vehicle of the corn in the silage process, which is a process that allows the conservation of the food in the anaerobic environment. Nile tilapia is one of the most commercialized fish in the country, however, 70% of the animal is discarded in the filleting process, resulting in large volumes of residue. This residue, which has high protein value, but is highly perishable, ends up becoming waste, normally discarded causing ecological, sanitary and economic damages. According to the literature, the tilapia residue has great potential of use in the feeding of non-ruminants, however, it is necessary to use the conservation method, such as silage, that will allow the production of organic acids and consequently, reduction of pH of the ensiled mass for storage. Therefore, this literature review aimed to understand better the use of rehydrated corn grain silage and of the tilapia residue as an alternative food in animal nutrition and its benefits.

**Keywords:** Alternative food, biological silage, fish waste, biological silage.

## INTRODUÇÃO

Dietas formuladas à base de milho e farelo de soja como ingredientes principais, o que normalmente é visto na maioria dos sistemas produtivos, podem representar mais de 50% do custo de produção (MUTEIA, 2014). Dessa forma, a busca por fontes alternativas de alimentos, economicamente viáveis, que possam substituir parcialmente esses ingredientes na dieta e que atendam às exigências nutricionais diárias dos animais, é fundamental para uma maior eficiência produtiva e econômica na pecuária.

O milho é considerado um alimento concentrado energético, sendo a principal fonte de energia da dieta animal. Este alimento apresenta cerca de 3% de carboidratos solúveis, 60% de amido e baixo poder tamponante, o que possibilita, também, o seu uso como fonte de carboidratos solúveis, no processo de ensilagem. A técnica de reidratação do grão de milho como alimento alternativo, tem possibilitado melhoras no padrão de fermentação e nos aspectos nutritivos, além de trazer como vantagem, sua produção em qualquer época do ano, uma vez que o grão pode ser adquirido de terceiros e reidratado na própria fazenda (BITENCOURT, 2012).

O soro de leite é um dos subprodutos mais poluentes da indústria de alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Sua natureza perecível não permite a estocagem por períodos prolongados, surgindo então a necessidade de se utilizar alguma técnica de conservação para dar um novo destino e melhorar o aproveitamento deste; pois, apesar do seu reconhecido valor nutritivo, o soro continua sendo considerado um resíduo (SOUZA *et al.*, 2005). Uma possível alternativa seria usá-lo como veículo de reidratação do milho no referido processo de ensilagem (REZENDE *et al.*, 2014), o que permite a conservação do alimento em meio anaeróbico.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um dos peixes mais comercializados no país, sendo que a sua comercialização se dá, principalmente, por meio da filetagem; porém, neste processo, cerca de 70% do animal é descartado, resultando em grandes volumes de resíduo (SOUZA, 2002). Este resíduo é constituído de cabeça, pele, espinhas e vísceras, o qual possui alto valor proteico; entretanto, por ser altamente perecível, acaba não sendo utilizado como alimento e torna-se um resíduo, o qual é normalmente descartado, causando prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos (MACHADO, 2010).

De acordo com a literatura (BERENZ, 2008), o resíduo de tilápia tem grande potencial de uso na alimentação de não ruminantes; contudo, é necessário o uso de um método de conservação. Diante disso, uma técnica viável é a ensilagem; entretanto, no

processo de ensilagem para confecção da silagem biológica, há uma dependência de carboidratos fermentescíveis, uma vez que o princípio básico desta é a fermentação de carboidratos por microrganismos, com produção de ácidos orgânicos e, conseqüentemente, redução do pH da massa ensilada para a sua conservação. Assim, para uma boa silagem de resíduo de tilápia é necessário a adição de fonte de carboidratos, pois o resíduo de tilápia possui grande quantidade de proteína e baixa quantidade de carboidratos com características de fermentação.

Estudos que abordem a utilização de silagem do grão de milho reidratado e do resíduo de tilápia, bem como a associação destes alimentos na nutrição animal ainda são escassos. Sendo assim, o objetivo deste estudo é, através de uma revisão de literatura, deixar mais clara a utilização de silagem do grão de milho reidratado e de resíduo de tilápia como alimento alternativo na nutrição animal e seus benefícios.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Importância da utilização de alimentos alternativos na nutrição animal**

O crescimento demográfico mundial, nos últimos anos, tem sido acima dos 70 milhões de pessoas por ano. Neste ritmo, a população mundial, em 2050, estará na ordem dos 9 bilhões e, até ao final do século, serão mais de 10 bilhões (MUTEIA, 2014). A FAO (2015) projetou que a produção de alimentos deve aumentar em, pelo menos, 60% e estima-se que a procura por cereais deva aumentar em 1 bilhão de toneladas.

Neste sentido, o setor pecuário será um dos setores produtivos que demandará grande quantidade de cereais, sendo que os principais destes tipos de alimentos utilizados atualmente na produção animal são, em sua maior parte, o milho e o farelo de soja. Esses cereais chegam a constituir em torno de 70% da composição da dieta do animal; entretanto, estes ingredientes sofrem constantemente variações de preço, o que reflete diretamente na margem de lucro do produtor (PEREIRA *et al.*, 2012).

As formulações de rações para espécies, como suínos e aves, utilizando os ingredientes citados, podem representar mais de 50% do custo de produção, tornando necessário repensar até que ponto produzir carne, ovos e leite com alimentos que concorram com alimentação humana ajuda ou prejudica a eficiência dos sistemas de produção (MUTEIA, 2014). Assim, a busca por fontes alternativas de alimentos, sejam eles proteicos ou energéticos, que atendam às exigências nutricionais diárias dos animais e que sejam

economicamente viáveis, é fundamental para uma maior eficiência produtiva e econômica na pecuária mundial.

A utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação animal converge com o estímulo da inserção do uso sustentável dos recursos e que, de forma crescente e com tendência a se fortalecer cada vez mais, vêm acompanhando de perto a eliminação de produtos potencialmente poluentes pelas indústrias, o que faz com que o estudo e a utilização de fontes alternativas de alimentos, como os subprodutos, sejam fundamentais para o desenvolvimento do setor agropecuário (MUTEIA, 2014).

### **Utilização do milho reidratado para silagem**

De acordo com Andrade e Nascimento (2005), cerca de 17% do milho produzido no país é consumido na propriedade, na forma de grãos ou silagem; 63% é consumido na forma de rações comerciais para animais (aves, suínos e bovinos); 15% pela indústria de processamento e apenas 5% é consumido como alimento humano *in natura*. A fim de melhorar o aproveitamento dos grãos, o processamento destes é de grande importância e apresenta grandes benefícios; dentre eles, pode-se destacar um aumento da digestibilidade do alimento (GOBETTI *et al.*, 2013). Desta forma, a utilização da silagem de milho reidratado é uma alternativa viável, para aumentar, ainda mais, a digestibilidade do grão de milho, resultando em maior eficiência produtiva do animal (PASSINI *et al.*, 2002).

A silagem de milho reidratado, pela sua praticidade e eficácia, tem sido cada vez mais utilizada no Brasil. Esta técnica propicia ao produtor um período maior para o preparo, independente da colheita do grão no estágio de linha negra, que pode ser um problema, caso ocorra algum atraso na colheita (BITTENCOURT, 2012). Ainda, permite sua produção ao longo do ano, propiciando a compra do grão em épocas de menor preço e otimizando a produção de silagem da planta inteira.

A reidratação consiste em devolver ao milho grão seco, a umidade adequada para que possa sofrer fermentação durante a ensilagem, que é em torno de 35% de umidade. A ensilagem de milho reidratado aumenta a digestibilidade e otimiza a mão de obra (HOFFMAN *et al.*, 2011); entretanto, deve-se se atentar à homogeneização da água ao grão moído, uma vez que este é um ponto fundamental para a qualidade da silagem do milho reidratado. Este processo pode ser realizado com uma simples adaptação de canos perfurados ao moinho, que permite que a água se misture de maneira homogênea ao grão moído e garante uma reidratação adequada (PEREIRA, 2012).

O processamento do grão promove a quebra de barreiras da casca do grão, seja por gelatinização do amido ou proteólise da matriz proteica, facilitando a adesão microbiana e a ação enzimática (HUNTINGTON, 1997).

Bittencourt (2012) ao avaliarem o efeito de reidratação do milho no processo de ensilagem, observaram aumento da digestibilidade da matéria orgânica em vacas em relação ao milho não reidratado. De forma similar, Pereira (2012), encontraram maior degradabilidade *in vitro* da matéria seca do milho reidratado à 38% de umidade em relação aos grãos secos moídos.

Bittencourt *et al.* (2012) ao avaliar o efeito de reidratação do milho no processo de ensilagem, observou aumento da digestibilidade da matéria orgânica, em vacas, em relação ao milho não reidratado. De forma similar, Pereira *et al.* (2012), encontraram maior degradabilidade *in vitro* da matéria seca do milho reidratado a 38% de umidade, em relação aos grãos secos moídos.

Oba e Allen (2003), ao avaliarem o efeito da substituição do milho moído seco por milho úmido ensilado sobre o desempenho de vacas leiteiras, observaram que o consumo de matéria seca diminuiu; entretanto, não houve diminuição da produção de leite, resultando em maior eficiência no tratamento com milho ensilado.

### **Soro de leite para reidratação**

O soro de leite é definido como um líquido opaco, remanescente do processo de fabricação de queijos, após a precipitação da caseína, chegando a, aproximadamente, 85 a 95% do volume do leite e retendo cerca de 55% dos nutrientes contidos no leite (MIZUBUTI, 1994). Para cada quilo de queijo, obtém-se de 9 a 12 litros de soro, em função das técnicas utilizadas na produção e do tipo de queijo manufaturado (RICHARDS, 1997).

Dentre seus componentes, destacam-se a lactose, proteínas solúveis, lipídios e minerais. O soro de leite apresenta, ainda, quantidades consideráveis de ácidos cítrico e láctico, ureia, ácido úrico e vitaminas do complexo B (SILVA *et al.*, 2011). Entretanto, segundo Machado *et al.* (2000), o soro de leite é visto como agente poluidor, pois sua descarga em cursos de água pode provocar destruição da flora e fauna, devido à sua alta demanda bioquímica de oxigênio. Giroto e Pawlowsky (2002) relataram que, cada tonelada de soro que não passe por processo de tratamento e é despejado por dia em efluentes, é equivalente, em média, à poluição diária de, aproximadamente, 450 pessoas. Portanto, a

utilização do soro de leite como veículo de reidratação para o milho é imprescindível para uma correta destinação deste subproduto (REZENDE *et al.*, 2014).

No processo de reidratação do grão de milho, a quantidade de soro de leite para a reconstituição da umidade é calculada, de acordo com a equação adaptada por Ferreira (1983):  $\Delta SL = \{[UM \times (U_f - U_i) / 100 - U_f] / p\}$ , onde  $\Delta SL$  = volume de soro de leite a ser adicionado;  $UM$  = massa do grão de milho úmido em kg;  $U_f$  = umidade final em % (% base úmida);  $U_i$  = umidade inicial em % (% base úmida);  $p$  = massa específica do soro de leite em kg/L.

A reidratação do milho grão com soro de leite é interessante por beneficiar a fermentação da silagem, o que favorece seu valor nutritivo e a qualidade microbiológica do alimento. Diante dos estudos realizados, há indícios que a associação do milho reidratado com soro de leite ou água e do resíduo de tilápia como alimento alternativo para a alimentação de animais não ruminantes, influenciará positivamente o valor nutricional da silagem, visto que o resíduo de tilápia é um produto proteico de alta digestibilidade e possui perfil de aminoácidos essenciais, sendo também rico em minerais (REZENDE *et al.*, 2014).

### **Criação e produção de tilápia no Brasil**

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pertence à família dos *Ciclídeos*, sendo esta proveniente da bacia do rio Nilo, no leste da África e encontra-se amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, a tilápia foi inserida na década de 1970, no Nordeste, difundindo-se para todo o país (CARVALHO, 2006). Esta é uma espécie tropical, cuja temperatura ideal para o crescimento varia entre 25 a 30 °C, sendo que, abaixo de 15 °C, apresenta desenvolvimento comprometido, não resistindo a temperaturas de aproximadamente 9 °C (CYRINO e CONTE, 2006).

A produção de tilápia no Brasil aumentou 9,7% em 2015 e chegou a 219 mil toneladas entre janeiro e dezembro do referido ano, sendo que esta produção representa 45,4% do total de peixes produzidos no país. Quatro estados concentraram a produção de tilápia nacional, sendo que o maior produtor é o Paraná, com 28,8%, seguido por São Paulo, Ceará e Santa Catarina com 13,2; 12,7 e 11,4%, respectivamente (IBGE, 2015).

Simultaneamente, com o aumento da produção, o processo de industrialização de tilápias tem crescido significativamente, por meio da formação de indústrias de beneficiamento, que visam, principalmente, à produção de filés (CARVALHO *et al.*, 2006). O filé de tilápia possui alto valor para comercialização, em relação ao peixe inteiro ou em

pedaços; contudo, o seu rendimento é baixo e muito variável, devido a fatores como sexo e peso de abate. Em média, o seu rendimento é de 30% do peso corporal, sendo 70% considerado resíduo; sendo, na maioria das vezes, descartados (BOSCOLO *et al.*, 2010).

### **Silagem de resíduo de pescado**

Os resíduos derivados do aproveitamento de produtos da pesca (que inclui as espécies subutilizadas na piscicultura continental, a fauna acompanhante de pesca marítima, a cabeça, espinhas, pele e vísceras de peixes provenientes de indústrias de processamento) são considerados matéria-prima de baixa qualidade, que, na maioria dos casos, não são utilizados e constituem resíduos que causam prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos. Estes resíduos, que são teoricamente descartáveis para a indústria, quando são utilizados adequadamente, podem constituir um aporte de alto valor biológico na nutrição animal e um incentivo econômico importante para as indústrias que os produzem (BERENZ, 1998).

A silagem de resíduo de pescado é uma técnica antiga, desenvolvida nos países escandinavos, por volta de 1920, sendo adaptada, através dos anos, para evitar o desperdício de material e aprimorar sua qualidade (DISNEY e JAMES, 1980).

O processo de confecção da silagem é relativamente simples, sendo necessários apenas a trituração do material, adição de ácidos (fórmico, propiônico e sulfúrico) ou pela adição de carboidratos fermentescíveis, que serão fermentados por microrganismos (YAMAMOTO, 2006). A trituração do material deve ser realizada, para que os pequenos pedaços sejam devidamente misturados ao ácido e facilitar a homogeneização, evitando, assim, a putrefação do produto. A adição ou produção dos ácidos promove a redução do pH da massa ensilada (em torno de 4 a 5), inibindo a ação de microrganismos indesejáveis.

A silagem de resíduo de pescado é rica em minerais, ácidos graxos e proteína de alta qualidade, sendo caracterizada como um alimento versátil, uma vez que pode ser utilizada como suplemento de rações para suínos, aves e peixes (HAARD *et al.*, 1985; OLIVEIRA *et al.*, 2006). Além disso, é também uma alternativa de aproveitamento do resíduo, ecologicamente recomendável, por evitar que grandes quantidades de matéria orgânica sejam descartadas no ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

A composição bromatológica média da silagem de pescado é muito variada (Tab. 1), uma vez que a mesma depende da espécie de peixe a ser utilizada e de suas respectivas partes, além do tipo de método utilizado para sua produção (SILVA e LANDELL FILHO, 2003). Adicionalmente, a silagem de pescado possui elevada digestibilidade proteica, visto



que a proteína presente no material já é hidrolisada e possui lisina e triptofano, entre outros aminoácidos essenciais (SALES, 1995).

Tabela 1. Composição química de silagem de resíduo de pescado de diferentes espécies.

<b>Espécie</b>	<b>Proteína<sup>1</sup></b>	<b>Extrato Etéreo<sup>1</sup></b>	<b>Cinzas<sup>1</sup></b>
Arenque ( <i>Clupea harengus</i> )	48,3	28,2	125
Atum ( <i>Tunnus ssp.</i> )	69,9	12,2	10,5
Bacalhau ( <i>Gadus morhua</i> )	68,1	2,10	19,0
Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	42,9	34,6	16,3

<sup>1</sup>Valores expressos em g/100g de matéria seca. Fonte: FAO (2015).

### **Silagem biológica do resíduo de pescado**

A silagem biológica consiste na utilização de microrganismos produtores de ácido láctico, adicionados ao resíduo de pescado e pode ser obtida com resíduos de diferentes espécies, ao contrário da silagem química, que consiste na utilização de ácidos minerais ou orgânicos ao material a ser ensilado (MACHADO, 2010).

Para a confecção da silagem biológica, a partir do resíduo de pescado, devem ser adicionadas fontes de carboidratos fermentescíveis no resíduo de pescado, como, por exemplo, iogurte, batata, melão ou milho e outros carboidratos, para promover a fermentação do material (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006).

A silagem biológica tem como vantagens a simplicidade de manipulação, não envolvendo a utilização de ácidos, custos reduzidos, uso de diferentes microrganismos, substratos de fácil obtenção e melhores características organolépticas e nutricionais (YAMAMOTO, 2006). Além disso, a adição de fontes de carboidratos à silagem de pescado, durante o processo de ensilagem, facilita a absorção da umidade do material e proporciona ganhos em qualidade nutricional (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

### **Silagem de tilápia na alimentação animal**

A silagem de resíduo de tilápia pode ser incluída na dieta como fonte de proteína, devido à presença integral dos aminoácidos constituintes do pescado e por ser fonte de minerais, principalmente cálcio e fósforo, constituintes principais dos resíduos, devido à alta concentração de ossos e espinha, considerando-se, também, sua alta digestibilidade (SALES, 1995). Embora outras espécies de pescado apresentem, igualmente, altos valores de proteína,

extrato etéreo e minerais, a principal utilização da tilápia para a confecção de silagem se deve ao fato dessa espécie ser hoje, a mais popular do Brasil, sendo cultivada em 22 estados brasileiros, correspondendo à produção anual de 30 à 40.000 toneladas (FAO, 2015).

O resíduo de tilápia apresenta, em média, 68,6% de umidade, 42,9% de proteína bruta, 34,6% de extrato etéreo e 16,3% de matéria mineral (Tab. 1). Entretanto, vale ressaltar que, devido à extensa variabilidade no valor nutricional e energético desse resíduo, podem ocorrer discrepâncias nos resultados de desempenho zootécnico (GERON *et al.*, 2006).

Segundo Carvalho *et al.* (2006), a inclusão de silagem de resíduos de tilápia, na proporção de até 30% em rações para alevinos de tilápia do Nilo, não causou prejuízos no desempenho dos animais. Ainda, esses autores concluíram que o uso de silagem de resíduos de tilápia promoveu melhores resultados econômicos, reduzindo o custo com alimentação por kg de peixe produzido. Honorato *et al.* (2011), avaliando a inclusão de silagem biológica de resíduo de peixe nas dietas para alevinos (tilápia do Nilo), concluíram que a inclusão de 50% de resíduo de peixe no teor proteico da dieta (24% da proteína total) melhorou o desempenho. Vidotti *et al.* (2011), trabalhando com policultivo de carpa espelho (*Cyprinus carpio*, L. 1758 VR. *specularis*) e machos da tilápia do Nilo, observaram aumento na biomassa, com a inclusão de silagem biológica de pescado.

Na criação de aves e suínos, a utilização de silagem de resíduo de tilápia é uma alternativa para o fornecimento de aminoácidos essenciais (JOHNSEN e SKREDE, 1981). Silva e Landell Filho (2003), ao analisarem os efeitos da inclusão de níveis crescentes (0,3 até 6%) de silagem de resíduo de tilápia nas rações de suínos em crescimento, concluíram que a inclusão de até 6% não ocasionou prejuízo nos parâmetros de desempenho e parâmetros organolépticos da carne. Adicionalmente, a inclusão de silagem do resíduo de tilápia na proporção equivalente a 12% da proteína total da dieta, melhorou o desempenho de galinhas poedeiras (KJOS *et al.*, 2001). Enke *et al.* (2010), ao avaliar o desempenho de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em fase de crescimento, submetidas às dietas contendo farinha de silagem de pescado (7% de substituição), observaram desempenho semelhante entre as rações.

Yamamoto *et al.* (2006), ao avaliarem o desempenho e a digestibilidade de cordeiros alimentados com silagem de resíduo de tilápia, associada à silagem de milho reidratado, concluíram que a substituição parcial do farelo de soja por silagem de resíduos de tilápia em 8% mostrou-se como boa alternativa alimentar, o que valida a utilização deste ingrediente como fonte proteica alternativa na alimentação de cordeiros, uma vez que o

desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio foram semelhantes entre os tratamentos, não prejudicando os índices produtivos avaliados.

Geron *et al.* (2006) encontraram que a inclusão de 8% de silagem ácida e fermentada do resíduo da filetagem de tilápia nas rações experimentais de ruminantes pode ser utilizada sem prejuízos aos processos de digestão dos nutrientes e eficiência de síntese microbiana, corroborando com os resultados encontrados por Yamamoto *et al.* (2006).

A limitação da utilização do soro de leite e de resíduo de tilápia para alimentação se deve, principalmente, à sua contaminação por microrganismos, conforme explicitado abaixo, sendo necessária a realização do controle microbiológico do alimento, antes do fornecimento na dieta.

### **Microbiologia do material a ser ensilado**

De acordo com ANDRADE e NASCIMENTO (2005), um dos fatores de risco para a saúde dos animais se refere à contaminação dos alimentos por fungos e outros microrganismos. Essa contaminação pode ocorrer, desde a produção e armazenamento da matéria-prima de origem animal e de grãos, que são amplamente utilizados na fabricação de rações para várias espécies animais, até a industrialização e embalagem do produto final (SILVA, 2011).

A composição microbiológica do material a ser ensilado tem grande influência na qualidade da silagem a ser produzida (PEDROSO, 1998) e destacam-se dois grandes grupos de bactérias que podem estar ativas nas silagens de resíduos de tilápia: ácido-láticas e as enterobactérias.

As bactérias ácido-láticas apresentam papel fundamental no processo de ensilagem; pois, além de inibir o crescimento de microrganismos deterioradores, possibilitam uma maior recuperação da energia dos carboidratos fermentados, por meio da produção de ácido lático (SILVA *et al.*, 2011). Já as enterobactérias, são as principais concorrentes das bactérias produtoras de ácido lático no processo supra citado.

Algumas enterobactérias, como *Salmonella* spp. e a *Escherichia coli* podem produzir endotoxinas, ocasionando enterotoxemias e diarreias. Contudo, vale ressaltar que esses microrganismos não existem originalmente no pescado, sendo introduzidos durante a manipulação, ou por contato com águas contaminadas, o que pode constituir um problema de saúde pública, ao longo do tempo (BOSCOLO *et al.*, 2010).

Menti *et al.* (2003), ao realizarem a análise microbiológica, verificaram a presença de *Salmonella spp.* em silagem ácida, produzida a partir de tilápias inteiras, descartadas na despesca e constataram que um pH final inferior a 4,0, garante o não desenvolvimento dessa bactéria patogênica. Boscolo *et al.* (2010), ao avaliarem as características microbiológicas da silagem obtida de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, não encontraram a presença de *Salmonella spp.* nas amostras analisadas. Os autores também reportaram que a acidez do pH na silagem não permitiu o desenvolvimento dessas enterobactérias.

As leveduras são consideradas os mais importantes microrganismos aeróbios, em relação à qualidade das silagens, uma vez que crescem em substratos solúveis, contendo açúcares e ácido lático. É o primeiro grupo de microrganismos a se desenvolver, quando o oxigênio entra em contato com a silagem; tanto durante, quanto no final do armazenamento (MUCK, 2001).

Algumas espécies de fungos são potencialmente capazes de produzir metabólitos secundários, como as micotoxinas, que são tóxicas aos animais e aos homens. Leveduras e fungos presentes na massa ensilada e normalmente dormentes quando o oxigênio é expulso na compactação, são novamente ativados na abertura do silo, consumindo carboidratos e reduzindo o valor nutritivo da silagem. Tão importante quanto a avaliação química é a avaliação microbiológica dos alimentos fornecidos aos animais, devido à preocupação com o controle do desenvolvimento microbiano, com a finalidade de eliminar riscos à saúde dos animais e consumidores finais, bem como prevenir ou retardar o surgimento de patologias (MUCK, 2001).

### **Viabilidade econômica**

A suplementação na alimentação realizada com concentrados à base de grãos secos de milho e soja tende a onerar sistemas de produção animal, uma vez que a variação do preço no mercado é alta (PINTO *et al.*, 2012). O custo das sacas de milho e de soja (60 Kg) para o produtor é dependente da região em que o produto é adquirido e de acordo com o período de safra, que compreende o período de fevereiro a maio e entressafra, que compreende o período de setembro a dezembro (CEPEA, 2018). Atualmente, a saca de milho custa em torno de R\$ 40,00 e a de soja em torno de R\$ 87,00 (CEPEA, 2018); entretanto, no período de entressafra, o preço tende a aumentar, diminuindo sua viabilidade econômica na produção animal, o que demanda a utilização de estratégias nutricionais.

Uma alternativa para a redução de custos seria a utilização de silagem de grão úmido de milho, que pode ser produzida e armazenada na propriedade e é menos influenciada pela variação de preços do mercado (SILVEIRA *et al.*, 2006). Dessa forma, a aquisição do milho poderia ser realizada em qualquer época do ano, oportunizando, assim, aos produtores, a compra do produto quando atingir o melhor preço do mercado, sem danos em sua armazenagem.

Tanto o soro de leite utilizado como veículo de reidratação do milho como o resíduo de tilápia utilizado para a confecção da silagem, são comercializados a um preço irrisório (R\$ 0,09/1L e R\$ 0,23, respectivamente) ou doados pelas indústrias para a produção animal, uma vez que são considerados resíduos que geram impacto ambiental, o que faz com que haja um ótimo custo/benefício para o produtor quando comparados aos alimentos tradicionais (PEREIRA, 2012).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A silagem do grão de milho reidratado com soro de leite e a silagem do resíduo de tilápia, são boas opções de alimentos alternativos, que podem ser utilizados na alimentação animal, na tentativa de diminuir os custos de um sistema de produção. Esses alimentos são ricos em nutrientes e possuem alto valor proteico, podendo substituir parcialmente outros alimentos na formulação de dietas na produção animal.

É importante ressaltar que é imprescindível que o processo de ensilagem dos alimentos aqui abordados deva ser realizado de acordo com as boas práticas de fabricação e armazenado, para garantir a qualidade do material a ser utilizado.

### **REFERÊNCIAS**

- ANDRADE, R.M.; NASCIMENTO, J.S. Presença de fungos filamentosos sem ração para cães comercializados na cidade de Pelotas-RS. Arquivo do Instituto Biológico de São Paulo, v.72, n.2, p.10-12, 2005.
- BERENZ, Z. Ensilado de resíduos de pescado. In: PROCESSAMIENTO DE ENSILADO DE PESCADO. ITP/JICA, XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros, p.17-71, 1998.

BITENCOURT, L.L. Respostas de vacas leiteiras à substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. 130p.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; CARVALHO, B.M.A. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.1, p.126-130, 2006.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em 02/05/2018.

CYRINO, J.E.; CONTE, L.; Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). AquaCiência: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, cap.12, p.151-171, 2006.

DA SILVA, C.A.; GOMES, J.P.; DA SILVA, F.L.H.; DE MELO, E.S.R.L.; CALDAS, M.C.S. Utilização de soro de leite na elaboração de pães: estudo da qualidade sensorial. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.13, n.1, p.355-362, 2011.

DISNEY, J.G.; JAMES, D. Fish silage production and its use. Papers presented at the Indo-Pacific Fisheries Comimission Workshopon fish silage production and its use.

ENKE, D.B.S.; TABELÃO, V.; ROCHA, C.B.; RUTZ, F.; SOARES, L.A.S. Efeito da inclusão de farinha de silagem de pescado adicionada de farelo de arroz desengordurado na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Revista Brasileira de Higiêne e Saúde Animal, v.4, n.2, p.01-15, 2010.

FAO. Djakarta, Indonésia, p.17-21 september, 1979.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2015. Disponível em <http://www.nacoesunidas.org/fao>. Acesso em 01/10/2017.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M.; Guimarães, K.C.; KAZAMA, R.; Cortez, F.L.O. Digestibilidade e parâmetros ruminiais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia. Acta Animal Science, v.28, n.4, p.437-445, 2006.

GIROTO, J.M.; PAWLOWSKY, U. Soro de leite: custos de equipamentos para seu processamento. Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”, v.57, n.327, p.117-121, 2002.

GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. Ambiência Guarapuava, v.9, n.1, p.225–239, 2013.

HAARD, N.F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G.; FELTHAM, L.A.; WINTER, K. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. *Journal of Science Food and Agriculture*, v.36, n.1, p.229-241, 1995.

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; SHAVER, R.D.; COBLENTZ, W.K.; SCOTT, M.P.; BODNAR, A.L.; CHARLEY, R.C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high- moisture corn. *Journal of dairy Science*, Champaign, v.94, n.5, p.2465-2474, 2011.

HONORATO, C.A.; STECH, M.R.; CARNEIRO, D.J. Silagem biológica de resíduos de peixe em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, v.9, n.4, p.371-377, 2011.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.75, n.3, p.852-867, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Plano de desenvolvimento da Aquicultura 2015 - 2020. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2013/default.shtm>. Acesso em 01/09/2017.

JOHNSEN, F.; SKREDE, A. Evaluation of Fish Viscera Silage as a Feed Resource: Chemical Characteristics. *Acta Agricultura e Scandinavica*, v.31, p.21-28, 1981.

KJOS, N.P.; HERSTAD, O.; SKREDE, A.; OVERLAND, M. Effects of dietary fish silage and fish fat on performance and egg quality of laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, v.81, n.2, p.245 -251, 2001.

MACHADO, R.M.G.; FREIRE, V.H.; SILVA, P.C. Alternativas tecnológicas para o controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, 2000. Anais. Porto Alegre, 2000.

MACHADO, T.M. Silagem biológica de pescado. Unidade Laboratorial de Referência em Tecnologia do Pescado do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho-Instituto de Pesca, Santos (SP), v.01, março 2010. 13p.

MENTI, M.M.; SIGNOR, A.; MARTINS, C.V.B.; ROGÉRIO BOSCOLO, W.; FEIDEN, A. Investigação de Salmonella na silagem de pescado de água doce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, Porto Seguro, 2003. p.1110-1114, 2003.

MIZUBUTI, I.Y. Soro de leite: composição, processamento e utilização na alimentação. *Semina: Ciências Agrárias*, v.15, n.1, p.80-94, 1994.

MUCK, R.E.; SHINNES, K.J. Conserved forages (silage and hay): Progress and proprieties. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS. XIX. 2001. São Pedro. Proceedings...Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, p.753-762, 2001.

MUTEIA, H. O crescimento populacional e a questão alimentar. Agro ANALYSIS, v.30, n.11, p.23-30, 2014.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. Journal of Dairy Science, v.86, n.1, p.174-183, 2003.

OLIVEIRA, C.R.C; LUDKE, MCOMM; LUDKE, J.V; LOPES, E.C.; PEREIRA, O.S.; CINHA, G.T.G. Composição físico- química e valores energéticos de farinhas de silagem de peixe para frangos de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.66, n.3, p.933-939, 2014.

OLIVEIRA, D.F.; BRAVO, C.E.C; TONIAL, I.B. Soro de Leite: Um Subproduto Valioso. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.67, n.385, p.64-71, 2012.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; PIMENTA, C.J.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; LOGATO, P.V.R. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. Ciência e Agrotecnologia, v.30, n.6, p.1196-1204, 2006.

PASSINI, R.; SILVEIRA, A.C.; RODRIGUES, P.H.M. Digestibilidade de dietas a base de grãos úmido de milho ou sorgo ensilados em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, Anais...2002.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A.A. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagem de cana de açúcar. Revista Brasileira de zootecnia, v.36, n.3, p.558-564, 2007.

PEREIRA, M.L.R. Degradabilidade ruminal *in vitro* de grãos re-hidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias. 2012. 60p. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

PINTO, R.S.; DOS SANTOS DIAS, F.J.; DE PINHO COSTA, K.A.; BANYS, V.L.; RIBEIRO, M.G. Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes forrageiras. Global Science and Technology, v.5, n.3, p.124-136, 2012.

REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.; VEIGA, R.M.; ANDRADE, L.P.; HÄRTER, C.J.; RABELO, F.H.; REIS, R.A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. Animal Feed Science and Technology, v.197, n.5, p.213-221, 2014.



RICHARDS, N.S.P.S. Emprego racional do soro láctico. *Industria de laticínios*, v.1, n.1, p.67-69, 1997.

BOSCOLO, W. R.; DOS SANTOS, A.M.; BUZANELLO MARTINS, C.V.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.A. Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.2, p.515-522, 2010.

SALES, R.O. Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos. Campinas, 1995. 174p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.1995.

SILVA, H.B.R.; LANDELL FILHO, L.C. Silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento – parâmetros de desempenho e organolépticos. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v.25, n.1, p.137-141, 2003.

SILVEIRA, M.F.; KOZLOSKI, G.V.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; LEITE, D.T.; DA SILVEIRA, S.R.L. Ganho de peso vivo e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes suplementos. *Ciência Rural*, v.36, n.3, p.898-903, 2006.

SOUZA, J.R.M; BEZERRA, J.R.M.V.; BEZERRA, A.K.N. Utilização do soro de queijo na elaboração de pães. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v.7, n.1, p.91-102, 2005.

SOUZA, M.L.R. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1076-1084, 2002.

VIDOTTI, R.M; GONÇALVES, G.S.; MARTINS, M.I.E.G. Farinha e óleos de resíduos de tilápia: Informações técnica e econômica. Jaboticabal: Funep, 2011. 24p.

VIDOTTI, R.M; GONÇALVES, G.S. Produção e Caracterização de Silagem, Farinha e Óleo de Tilápia e sua Utilização na Alimentação Animal. Disponível em: [www.pesca.sp.gov.br](http://www.pesca.sp.gov.br). Acesso em 03/08/2017.

YAMAMOTO, S.M. Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006. 95p.