



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

FONTES DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL
REVISÃO DE LITERATURA

HENRIQUE ALENCAR CARNEIRO DE MENDONÇA

Brasília - DF
2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

FONTES DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL
REVISÃO DE LITERATURA

HENRIQUE ALENCAR CARNEIRO DE MENDONÇA

Monografia apresentada como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Clayton Quirino Mendes

Brasília-DF
2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

AH519f ALENCAR CARNEIRO DE MENDONÇA, HENRIQUE
FONTES DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL - REVISÃO DE
LITERATURA / HENRIQUE ALENCAR CARNEIRO DE MENDONÇA;
orientador Clayton Quirino Mendes. -- Brasília, 2018.
27 p.

Monografia (Graduação - Engenharia Agrônômica) --
Universidade de Brasília, 2018.

1. Biodisponibilidade. 2. Fosfato de rocha. 3. Fluorose.
4. Metais pesados. I. Quirino Mendes, Clayton, orient. II.
Titulo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MENDONÇA, H.A.C. **FONTES DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL - REVISÃO DE LITERATURA.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2018, 27 f. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: HENRIQUE ALENCAR CARNEIRO DE MENDONÇA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: FONTES DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL - REVISÃO DE LITERATURA.

Grau: 3º **Ano:** 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

HENRIQUE ALENCAR CARNEIRO DE MENDONÇA
E-mail: hen434ptu@hotmail.com

DEDICATÓRIA

Aos professores da Universidade de Brasília, em especial os da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) por todo o conhecimento que foi compartilhando, base essencial para o meu futuro e discernimento.

A Deus, por ter me abençoado e guiado às pessoas que contribuíram durante a jornada da graduação.

Aos meus pais, Sandro e Helisangela, e meu irmão Bruno, por sempre estarem ao meu lado me amparando e me encorajando nos momentos mais importantes da minha vida.

Aos meus familiares e amigos que sempre foram o pilar para minha vida e estudos.

Ao professor Clayton Mendes, "Cirilo", pela orientação que tornou possível esta monografia.

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, família, amigos, permitindo que tudo isso acontecesse, não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional que me deram para que eu pudesse concluir minha graduação, agradeço todos os seus esforços.

Ao professor Clayton Mendes, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado nas horas boas e ruins, sempre me apoiando para que pudesse concluir mais esta etapa da minha carreira.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	3
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 IMPORTÂNCIA DO FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	4
3.2 FONTES INORGÂNICAS DE FÓSFORO.....	6
3.3 BIODISPONIBILIDADE DE FONTES INORGÂNICAS DE FÓSFORO.....	8
3.4 FLÚOR E METAIS PESADOS EM FONTES INORGÂNICAS DE FÓSFORO...9	
3.4 REGULAÇÃO DO USO DE FOSFATO DE ROCHA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL NO BRASIL	12
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

RESUMO

FONTES DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL – REVISÃO DE LITERATURA

O fósforo vem sendo estudado não somente pela sua importância econômica, mas também devido a sua importância ambiental, visto que o fósforo ingerido e não aproveitado pelo animal possui potencial poluidor do solo, lençóis freáticos e águas de superfície, sendo importante o uso de fonte de fósforo de alta biodisponibilidade. O foco das pesquisas de exigências de minerais na última década está relacionado com a biodisponibilidade e a excreção no ambiente. O objetivo desta revisão de literatura foi abordar alguns temas relevantes em relação ao uso de fontes de fósforo na alimentação animal com foco em questões nutricionais e legais. O fósforo, segundo mineral mais abundante no organismo dos animais, exerce papel fundamental na formação e mineralização da matriz orgânica óssea, bem como, na manutenção dos ossos. O fósforo desempenha papel metabólico vital e tem mais funções fisiológicas do que qualquer outro mineral. A deficiência de fósforo é responsável pela baixa produtividade do rebanho bovino nacional, pois além de afetar negativamente o crescimento dos animais, a ingestão inadequada de fósforo tem sido associada à diminuição da taxa de fertilidade, consumo de ração, produção de leite, diminuição da atividade ovariana, atraso na maturidade sexual e baixas taxas de concepção. As fontes de fósforo inorgânico comumente encontradas no Brasil são: ácido fosfórico (24% P), fosfato bicálcico (18,5% P), fosfato de rocha (9% P), fosfato de rocha defluorinado (18% P), fosfato diamônico (20-23% P), fosfato dissódico (20,5% P), fosfato monocálcico (21% P), fosfato monossódico (22,4% P), trifosfato de sódio (25,3% P), fosfato supertríplo (17,5% P), fosfato monoamônico (21% P) e fosfato termomagnésio (7,5% P). Nenhum composto fosfatado apresenta o fósforo completamente disponível e a forma química da fonte mineral é muito importante, pois dependendo da solubilidade intestinal da fonte mineral, haverá maior ou menor disponibilidade para absorção e interação com outras substâncias presentes na digesta, além de maior ou menor excreção para o ambiente. Dentre as principais preocupações em relação à utilização de fontes alternativas de fósforo na alimentação animal estão o conteúdo de flúor e a presença de metais pesados, pois são responsáveis por efeitos tóxicos aos animais e níveis de resíduos no produto final, respectivamente. Do ponto de vista legal, o uso dos fosfatos de rocha na alimentação animal é regido pela normativa apresentada acima. No entanto, apesar de explicitar a permissão de uso do fosfato de rocha, a mesma apresenta restrições ao seu uso na alimentação animal.

Palavras-chave: biodisponibilidade, fosfato de rocha, fluorose, metais pesados.

1. INTRODUÇÃO

As novas abordagens dos sistemas de produção animal tornam o gerenciamento da nutrição mineral um desafio. Hoje em dia, além da perspectiva da saúde animal, a nutrição mineral deve ser favorável ao meio ambiente. Nesse cenário, notam-se mudanças na forma como os diversos setores veem trabalhando a nutrição mineral de animais de produção. Nos últimos 15 anos, a União Europeia, por exemplo, tem reduzido o conteúdo de fósforo nas rações de suínos, em decorrência do alto custo das fontes de fósforo, da inclusão de fitases nas rações, da redução de cálcio nas formulações e da questão ambiental.

A demanda de rocha fosfática é determinada pela produção de fertilizantes fosfatados e fosfatos para indústria e nutrição animal. Não é de hoje que o Fósforo é motivo de preocupação global, uma vez que a elevada demanda de produção de grãos no mundo e de proteína de origem animal para atender a crescente população humana resulta em aumento da pressão sobre os estoques desse elemento e, conseqüentemente, de seus custos. Para agravar o problema, preocupa o fato de que os estoques desse elemento até então conhecidos são finitos.

O fósforo vem sendo estudado não somente pela sua importância econômica, mas também devido a sua importância ambiental, visto que o fósforo ingerido e não aproveitado pelo animal possui potencial poluidor do solo, lençóis freáticos e águas de superfície, sendo importante o uso de fonte de fósforo de alta biodisponibilidade.

O foco das pesquisas de exigências de minerais na última década está relacionado com a biodisponibilidade e a excreção no ambiente. Para definir as necessidades dos minerais como elementos nutricionalmente essenciais, deve-se entender o processo de absorção mineral. Os conhecimentos na área de absorção associados às necessidades metabólicas, definem os níveis dietéticos para um objetivo na área da produção.

A forma química da fonte mineral é muito importante, pois dependendo da solubilidade intestinal da fonte mineral, haverá maior ou menor disponibilidade para absorção e interação com outras substâncias presentes na digesta.

Atualmente, a fonte de fósforo mais utilizada no Brasil para alimentação animal é o fosfato bicálcico, todavia, devido ao custo elevado, existe a necessidade da busca por fontes alternativas de fósforo que sejam capazes de reduzir o custo de produção, tais como os fertilizantes fosfatados e os fosfatos de rocha.

A utilização de fontes alternativas de fósforo somente será interessante se possibilitar redução do custo de suplementação e mantiver o desempenho dos animais, as matérias-primas utilizadas na alimentação animal devem ser seguras aos seres humanos quando do consumo do leite e da carne e a viabilidade de utilização de um ingrediente na alimentação animal passa pelo cumprimento das normas vigentes no Brasil.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura abordando alguns temas relevantes em relação ao uso de fontes de fósforo na alimentação animal com foco em questões nutricionais e legais.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para tanto a presente revisão abordou especificamente os seguintes temas:

- ✓ Importância do fósforo na alimentação animal
- ✓ Fontes inorgânicas de fósforo na alimentação animal
- ✓ Biodisponibilidade de fontes inorgânicas de fósforo
- ✓ Flúor e metais pesados em fontes inorgânicas de fósforo
- ✓ Regulação do uso de fosfato de rocha na alimentação animal no Brasil

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 IMPORTÂNCIA DO FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Dentre os elementos minerais o Fósforo, juntamente com o Cálcio, são os mais abundantes no organismo dos animais e, conseqüentemente, os que apresentam maiores exigências dietéticas e também os que mais afetam o desempenho dos animais. O fósforo, segundo mineral mais abundante no organismo dos animais, exerce papel fundamental na formação e mineralização da matriz orgânica óssea, bem como, na manutenção dos ossos. Cerca de 80 a 85% do fósforo presente no organismo do animal encontra-se nos ossos e dentes.

O Fósforo encontra-se em todas as células do corpo e os 15 a 20% restantes encontram-se nos fluídos e tecidos moles do corpo, como componente dos ácidos ribonucleicos e desoxirribonucleicos, essenciais para o crescimento e diferenciação celular e participa da composição dos fosfolipídios, necessários para a manutenção da estrutura e integridade da parede celular e como integrantes da mielina que embainha os nervos. Já na forma de fosfato, o fósforo atua na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio acidobásico do organismo.

O fósforo desempenha papel metabólico vital e tem mais funções fisiológicas do que qualquer outro mineral, participando de diversas reações enzimáticas do metabolismo energético, tais como a utilização e transferência de energia via AMP-cíclico, ADP e ATP, com implicações na gliconeogênese, pois está envolvido nas etapas de fosforilação da glicose; no transporte de ácidos graxos, na síntese proteica e na atividade de bomba de sódio e potássio. Atua no metabolismo de glicídios e protídios, como componente de hexafosfatos, lecitina, caseína, pepsina e creatina-fosfato. Está envolvido na ativação de coenzimas ligadas à ação de vitaminas do complexo B, além de exercer função tamponante no líquido intracelular e nos fluidos dos rins.

Sem dúvida, a deficiência de fósforo é responsável pela baixa produtividade do rebanho bovino nacional, pois além de afetar negativamente o

crescimento dos animais, a ingestão inadequada de fósforo tem sido associada à diminuição da taxa de fertilidade, consumo de ração, produção de leite, diminuição da atividade ovariana, atraso na maturidade sexual e baixas taxas de concepção. A concentração de fósforo correlaciona-se positivamente com parâmetros quantitativos e qualitativos do sêmen bovino, sendo necessário, por exemplo, para a adequada motilidade dos espermatozoides.

Em animais ruminantes, além da exigência do animal, os microrganismos ruminais têm exigência de fósforo que deve ser atendida para que ocorra atividade microbiana adequada no rúmen, uma vez que é essencial ao metabolismo e desenvolvimento da microbiota ruminal. Estudos que avaliaram efeitos de teores de fósforo sobre a fermentação no rúmen demonstraram que menores concentrações de fósforo resultou em diminuição da produção de ácidos graxos voláteis totais, aumento do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal, além de redução da concentração de ATP.

O fósforo presente nos ossos também funciona como um importante reservatório desse elemento para reabsorção quando as necessidades do corpo exceda temporariamente a ingestão dietética. A reabsorção de fósforo e de cálcio do osso é regulada pelo paratormônio, hormônio liberado pela paratireoide, que também aumenta a excreção renal de cálcio. Em aves, por exemplo, o fósforo proveniente da reabsorção óssea tem função essencial no controle da acidose sanguínea que ocorre durante a formação da casca do ovo.

Existe uma relação inversa entre consumo de fósforo e eficiência de absorção, sendo que enquanto a absorção aumenta em relação direta ao consumo, a eficiência de absorção decresce com altos teores de ingestão. A interação mineral no intestino a após a absorção também define o nível de tolerância do mineral. Por exemplo, alto nível de fósforo em aves é mais prejudicial do que alto nível de cálcio.

O sinergismo entre cálcio e fósforo é um dos principais fatores que interferem na absorção de fósforo no intestino delgado dos ruminantes. É sabido que a quantidade de fósforo absorvida depende da proporção entre cálcio e

fósforo da fonte, do pH intestinal e dos níveis dietéticos de Cálcio, Fósforo, vitamina D, ferro, alumínio, manganês e gorduras.

A absorção de Fósforo e de Cálcio a partir do trato gastrointestinal é aumentada pelo hormônio 1,25 di-hidroxicolecalciferol, que é um metabólito da vitamina D3. Entretanto, o controle do metabolismo do fósforo é diferente do cálcio. Se estiver em uma forma disponível, o fósforo é bem absorvido mesmo quando há ingestão além da exigência.

3.2 FONTES INORGÂNICAS DE FÓSFORO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

As fontes de fósforo inorgânico comumente encontradas no Brasil são: ácido fosfórico (24% P), fosfato bicálcico (18,5% P), fosfato de rocha (9% P), fosfato de rocha defluorinado (18% P), fosfato diamônico (20-23% P), fosfato dissódico (20,5% P), fosfato monocálcico (21% P), fosfato monosódico (22,4% P), trifosfato de sódio (25,3% P), fosfato supertriplo (17,5% P), fosfato monoamônico (21% P) e fosfato termomagnésio (7,5% P).

Em diferentes estudos de biodisponibilidade, o fósforo oriundo do fosfato bicálcico é considerado 100% disponível, sendo assim largamente utilizado na alimentação animal em todo o mundo e tido como padrão para fins de determinação da biodisponibilidade. Desta forma, dentre as fontes citadas, o fosfato bicálcico é a fonte inorgânica de fósforo mais utilizada no Brasil para alimentação animal. O fosfato bicálcico é resultante da acidificação da rocha fosfórica, normalmente com ácido sulfúrico, resultando em ácido fosfórico, que é neutralizado após sua purificação com carbonato de cálcio, é considerada a fonte mais segura e livre de contaminação.

O fosfato bicálcico tem participação entre 30 a 50% nos suplementos com maior volume de vendas e devido ao seu custo elevado (75 a 85% do custo final da mistura) faz-se necessário avaliar fontes alternativas de fósforo capazes de reduzir o custo de produção, tais como os fosfatos de rocha e os fertilizantes fosfatados, como o fosfato monoamônio e o superfosfato triplo.

A rocha fosfática moída, denominada de fosfato de rocha, apresenta origem geológica ígnea ou sedimentar. Normalmente, nas fontes utilizadas, o fósforo se encontra ligado ao cálcio e geralmente ao flúor na estrutura molecular da fluorapatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$.

As rochas fosfáticas brasileiras são, na sua maioria, de origem ígnea, e apresentam baixos níveis de flúor e metais pesados em relação às rochas fosfáticas de origem sedimentar e, têm muito menos flúor que rochas importadas, o que pode viabilizar seu uso diretamente para a alimentação de bovinos. Diversos estudos realizados no início dos anos 90 verificaram que o fosfato de rocha é uma fonte potencial de fósforo para ruminantes, principalmente devido ao seu baixo custo.

Entretanto, experimentos mostraram que fosfatos de rocha têm cerca de 30% menos fósforo disponível para bovinos que fontes tradicionais, como o fosfato bicálcico e que na medida em que se aumentava a quantidade dos fosfatos de rocha nas misturas minerais, o consumo da mistura e o desempenho dos animais reduziam, indicando que o fosfato de rocha apresenta reduzida aceitabilidade pelos bovinos. Pesquisadores da Universidade Estadual de Maringá estudaram fontes de fósforo para bovinos mantidos em pastagem e concluíram que o fosfato de rocha de Araxá foi a única fonte com baixa aceitabilidade pelos animais e com alto teor de flúor, quando comparado com o fosfato bicálcico.

O superfosfato triplo nada mais é que o fosfato monocálcico. Experimentos conduzidos na Embrapa Cerrados em meados da década de 90 do século passado com superfosfato triplo produzido a partir de rocha de Tapira demonstraram que o produto é aceito pelos animais e apresenta boa disponibilidade de fósforo para bovinos.

O superfosfato triplo produzido a partir da rocha fosfática nacional tem menor teor de flúor que aquele produzido a partir de matéria-prima importada, entretanto, mesmo o superfosfato triplo originário da rocha de Tapira contém duas a três vezes mais flúor que o fosfato bicálcico. Entretanto, resultados de pesquisas que avaliaram parâmetros clínicos e químicos de animais

suplementados com mistura mineral contendo o superfosfato triplo evidenciaram que os teores de flúor no organismo do animal mantiveram-se dentro do esperado.

3.3 BIODISPONIBILIDADE DE FONTES INORGÂNICAS DE FÓSFORO

Geralmente, alimentar o animal com uma ração que é alta em um determinado mineral não significa que o corpo irá absorver todo o mineral durante a digestão. De fato, a quantidade do mineral disponível para utilização pelo corpo do animal depende da natureza do mineral (orgânico versus inorgânico) e da quantidade que o corpo pode absorver e reter (biodisponibilidade).

Nenhum composto fosfatado apresenta o fósforo completamente disponível e a forma química da fonte mineral é muito importante, pois dependendo da solubilidade intestinal da fonte mineral, haverá maior ou menor disponibilidade para absorção e interação com outras substâncias presentes na digesta, além de maior ou menor excreção para o ambiente.

A biodisponibilidade de um mineral em uma determinada fonte determina sua disponibilidade funcional a partir de uma fonte padrão. O uso de uma fonte padrão permite a expressão da biodisponibilidade em termos de disponibilidade biológica relativa. A biodisponibilidade pode ser afetada dentre outros fatores pela forma química e solubilidade do elemento mineral.

Considerando o fosfato tricálcico como padrão (100%), a biodisponibilidade do fósforo verificada por vários autores foram de 85,8% a 139% para o fosfato monoamônico, 105 a 115% para o fosfato monocálcico e bicálcico e 95,7 a 112,9% para o superfosfato triplo. Já para o fosfato de rocha foram verificados valores de disponibilidade biológica variando de 69,3% a 72,5% e 67,4% a 81,4%, para o fosfato de rocha de Patos e de Tapira, respectivamente, tendo o fosfato bicálcico como padrão (100%). Já os coeficientes de absorção foram de 0,68; 0,46 e 0,50 para os fosfato bicálcico, fosfato de rocha de Patos e de Tapira, respectivamente.

3.4 FLÚOR E METAIS PESADOS EM FONTES INORGÂNICAS DE FÓSFORO

Dentre as principais preocupações em relação à utilização de fontes alternativas de fósforo na alimentação animal estão o conteúdo de flúor e a presença de metais pesados, pois são responsáveis por efeitos tóxicos aos animais e níveis de resíduos no produto final, respectivamente.

Apesar de os teores de flúor e de alguns metais pesados serem menores nas rochas brasileiras (origem ígnea) em relação aos produtos importados originados de rochas sedimentares, deve-se atentar, pois as fontes que não passam por nenhum tipo de processamento químico (fosfatos de rocha) podem apresentar concentrações elevadas destes elementos. No caso particular dos fosfatos de rocha a situação é preocupante, pois apresenta menor disponibilidade do fósforo para o animal e o teor relativamente elevado (1,2% – 1,5%) de flúor, e, se constituem perigosas fontes de intoxicação por flúor.

A quantidade de flúor na rocha de origem é que vai determinar o conteúdo desse elemento na fonte de fósforo, pois mesmo as fontes que passam por algum tipo de processamento apresentam flúor na sua composição. Diversos autores analisaram fontes tradicionais e não tradicionais de fósforo utilizados na alimentação animal e verificaram teores de flúor da ordem de 0,18% para o fosfato bicálcico, 0,38% para o monoamônio fosfato, 0,45% para superfosfato triplo. Já para os fosfatos de rocha os valores são maiores, como por exemplo, 1,3%, 1,8% e 1,5% para os fosfatos de rocha de Tapira, Patos e Araxá, respectivamente.

A presença do flúor é indesejável, pois este elemento é tóxico para os bovinos, causando a fluorose, em que o excesso que não é excretado na urina acumula-se nos ossos e dentes e, a médio e longo prazo, podem causar lesões nos dentes e ossos, manqueira, fraturas espontâneas e redução do consumo de alimentos.

Trabalhos realizados por pesquisadores da Embrapa evidenciaram que vacas em reprodução começaram a exibir sintomas de intoxicação por flúor cerca de dois a três anos após o início do consumo de misturas minerais contendo fosfatos de rocha e que fluorose dentária pode aparecer antes que a produção ou reprodução tenham sido afetadas.

No caso das aves, o flúor em excesso causa problemas na estruturação óssea e fraturas espontâneas. Entretanto, o metabolismo de flúor no organismo das aves se processa de forma rápida, sem, contudo, ser armazenado em quantidades significativas.

Em relação à tolerância, tem-se que os bovinos são mais sensíveis à intoxicação por flúor que outras espécies domésticas. O consumo contínuo de até 40 miligramas de flúor/quilo de matéria seca da dieta pode ser tolerado por novilhas em crescimento, sem que o desempenho seja afetado, embora já possa causar lesões patológicas. Para bovinos adultos esse valor sobe para 50 miligramas de flúor/grama de matéria seca consumida.

Existem recomendações de entidades internacionais, como o Food and Drug Administration (FDA/USA), para que a quantidade de flúor não ultrapasse a concentração de 1:100, ou seja, uma parte de flúor para cada 100 partes de fósforo. Entretanto, sabe-se que no Brasil existem fontes com valores maiores de flúor, resultando na relação de até 1:40, devido à economia durante o processamento do produto para redução desse microelemento.

Pesquisas recentes demonstraram que dentre 08 marcas comerciais de misturas minerais comercializadas para bovinos no estado do Paraná, algumas formulações apresentaram níveis elevados de flúor, promovendo alteração na relação com o elemento fósforo e caracterizando produtos com padrões fora das normas brasileiras vigentes.

Outros minerais presentes na rocha que deram origem ao fosfato podem aparecer como contaminantes. O alumínio e o ferro, por exemplo, podem complexar o fósforo, reduzindo sua disponibilidade. Acerca da contaminação das fontes de fósforo com metais pesados, deve-se atentar, pois apesar de haver

redução desses elementos após os processos de purificação, as fontes não saem da indústria 100% puras.

Os fosfatos utilizados para nutrição animal ou “feed grade” são produzidos com ácido fosfórico purificado e são removidos elementos tóxicos, com a redução do nível de flúor e dos metais pesados e radioativos, a níveis não tóxicos, com sais de cálcio, magnésio, amônio.

Há relatos na literatura nacional de que as rochas fosfáticas brasileiras apresentam níveis baixos de flúor e metais pesados. A título de caracterização das fontes nacionais de fósforo, pesquisadores da Embrapa compararam os teores de flúor e de metais pesados (arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel e vanádio) em três fontes de fosfato bicálcico, duas fontes de superfosfato triplo produzidas a partir da rocha de Tapira e um amostra de superfosfato triplo oriunda de rocha fosfática importada e concluíram que, com base nos padrões estabelecidos pelo National Research Council os teores de flúor e de metais pesados do superfosfato triplo, produzidos a partir de rocha fosfática brasileira (Tapira) permitem sua utilização sem riscos para a saúde humana e/ou animal.

Em outro trabalho, os mesmo pesquisadores relatam que ao analisar 60 amostras de vísceras (fígado e rins) de bovinos que receberam suplementação mineral contendo fosfato bicálcico e/ou superfosfato triplo da desmama até o abate, nenhuma ultrapassou os limites de tolerância para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio. Vale ressaltar que foram utilizados como referência os níveis de ação de controle de resíduos biológicos adotados no Brasil, os quais são baseados nas normas oficiais americanas e europeias para manter a qualidade dos alimentos utilizados na alimentação humana.

Por outro lado, pesquisadores brasileiros avaliaram diversas fontes de fósforo na alimentação de suínos e concluíram que a utilização de fontes alternativas de fósforo menos elaboradas influenciou a deposição de minerais no fígado e nos músculos dos suínos.

Importante destacar que, independente da fonte de fósforo utilizada, além da relação apropriada com o flúor, espera-se eficiência na manutenção dos

níveis normais de osteocalcina e do próprio fósforo inorgânico na corrente sanguínea, viabilizando economicamente a suplementação.

3.5 REGULAÇÃO DO USO DE FOSFATO DE ROCHA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL NO BRASIL

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento à época publicou a Portaria n.º 20, de 06/06/1997 (Anexo I) com o objetivo de estabelecer limites mínimos ou máximos de macro e microelementos para formulações de misturas minerais destinadas a aves, suínos e bovinos. Em seu artigo 2.º regia a norma “somente permitir na alimentação animal o uso de fontes de fósforo devidamente registradas no setor competente do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.” Já no artigo 3.º estabelecia a obrigatoriedade das indicações da solubilidade do fósforo e do nível máximo de flúor correspondente, para todos os suplementos minerais em que o fósforo constasse dos níveis de garantia. Adicionalmente, o parágrafo único do referido artigo estabelecia que a solubilidade do fósforo medida em ácido cítrico a 2% deveria ser de no mínimo 90%.

Na prática, os referidos artigos se constituíam em impedimento para utilização de fontes não convencionais de fósforo na alimentação animal. Entretanto, a Portaria n.º 006, de 04/02/2000 (Anexo II), revogou os artigos considerados restritivos (2.º e 3.º, incluindo o parágrafo único) da Portaria nº 20, de 6 de junho de 1997, suspendendo a obrigatoriedade de indicar a solubilidade do fósforo abrindo, desta forma, a possibilidade para fabricantes e indústrias misturadoras utilizar fontes não convencionais de fósforo, como os fosfatos de rocha, o fosfato monoamônio e o fosfato supertriplos, na alimentação animal.

Além disso, a Portaria n.º 006, de 04/02/2000, alterou a redação do artigo 5.º da Portaria n.º 20, de 06/06/1997 que passou a vigorar com a seguinte redação: “Estabelecer, para todas as misturas minerais de pronto uso na alimentação animal, o limite máximo de 2000 ppm (duas mil parte por milhão) de flúor”. Importante ressaltar que essa determinação é válida independente da

fonte de fósforo utilizada, uma vez que não verifica-se nenhuma menção restringindo o uso a determinada fonte de fósforo.

Considerando a necessidade de estabelecer os critérios para registro de rótulos ou etiquetas de superfosfato triplo, fosfato de rocha e de produtos formulados com estas matérias-primas para utilização na alimentação animal; bem como, a necessidade de informar aos usuários a natureza dos componentes, uso adequado, precauções e restrições de uso dos produtos mencionados; o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a Instrução Normativa n.º 01, de 02/05/2000 (Anexo III).

Exigências quanto à composição do Fosfato de rocha consta já no artigo 1º da referida instrução, o qual traz a seguinte redação: “Os rótulos ou etiquetas das fontes alternativas de fósforo abaixo especificadas conterão, além do que determina o art. 13 do Decreto nº 76.986/76, as seguintes exigências: II- Fosfato de Rocha: a) umidade: até o teor máximo de 7,0%; b) cálcio: até o teor máximo 20,0%; c) fósforo: teor mínimo de 9,0%; d) flúor: até o teor máximo de 1,5% e, e) informar o nível mínimo de solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2%.”

O artigo 2.º, que trata de aspectos relacionados especificamente ao fosfato de rocha, determina que no rótulo ou etiqueta do fosfato de rocha deve conter, em local visível e em destaque, os seguintes dizeres:

- I - Este produto não é recomendado como fonte inorgânica exclusiva de fósforo para alimentação animal;
- II - Este produto não é recomendado como fonte inorgânica de fósforo para aves, suínos, bovinos de leite, e para formulações de suplementos proteinados;
- III - Este produto não pode exceder o limite máximo de 30% (trinta por cento) do fósforo inorgânico das misturas minerais para bovinos;
- IV - Observar o limite máximo de 40 ppm (quarenta partes por milhão) de flúor na matéria seca da dieta dos bovinos em geral.

Além disso, o artigo 4.º estabelece que no rótulo ou etiqueta dos produtos formulados com fontes de fósforo inorgânico e destinados à alimentação animal, deverá ser indicada a porcentagem destas matérias-primas, independentemente de seus valores.

Do ponto de vista legal, o uso dos fosfatos de rocha na alimentação animal é regido pela normativa apresentada acima. No entanto, apesar de explicitar a permissão de uso do fosfato de rocha, a mesma apresenta restrições ao seu uso na alimentação animal, como permissão de uso apenas na alimentação de bovinos de corte, proibição de uso em suplementos proteínados e inclusão máxima de 30% do fósforo inorgânico das misturas minerais para bovinos, além de limitar o teor máximo de 40 ppm de flúor na dieta de bovinos.

Vale resaltar que, embora a Portaria n.º 20, de 06/06/1997 tenha sido revogada pela Portaria n.º 23, de 22/02/2012, todo produto utilizado na alimentação animal, incluindo as fontes de fósforo, deve ser registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conforme estabelecido no artigo 13.º do Decreto n.º 6.296, de 11/12/2007.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDAI, N.; LAVIN, P.; KRAMER, J. K. G.; JOROSO, R. AND MANTECÓN, A. R. Breed effect on quality veal production in mountain areas: emphasis on meat fatty acid composition. *Meat Science*, v.92, p.687-696, 2012.

ALLEONI, G.F., ABRAMIDES, P.L.G., MATTOS, H.B. 1980. Efeito da suplementação proteica na performance de bovinos machos leiteiros mantidos em pasto consorciados. *Bol. Ind. Anim.*, 37(1):33-45.

ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; COSTA, C.; CARVALHO, S. M. R.; PERSICHETTI JÚNIOR, P.; PANICHI, A. Desempenho de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.1, p.148-156, 2008.

ALMEIDA JÚNIOR, G. A. Produção de Vitelos de Carne Rosa com Bezerros Holandeses. Botucatu – SP: UNESP, 2005. 115 p. (Tese de Doutorado).

ALVES, P. A. M.; LIZIEIRE, R. S. Teste de um sucedâneo na produção de vitelos.

Revista Brasileira de Zootecnia. v. 30, p.817-823. 2001 .

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Angra FNP pesquisas, 2009. 360p.

ARAÚJO, G. G. L., SILVA, J. F. C., FILHO, S. C. V., et al. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.5, p. 1006-1012, 1998.

ARAÚJO, L. L. S. Atributos sensoriais da carne de bezerros mestiços abatidos aos 60 dias de idade. Mossoró – RN: UFERSA, 2010. 40 p. (Dissertação de Mestrado).

BOER, T. Veal production in the European Community. New trends in veal calf production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VEAL PRODUCTION CALF PRODUCTION, 52., 1991, Wageningen-Netherlands. Proceedings... Wageningen: EAAP Publication, 1991. p.8-15.

CALDAS, F. Vitelo: opção de ganho na exploração leiteira. Revista Balde Branco. v.38, n.461, p.36-40, 2003.

CAMPOS, O. F.; LIZIEIRE, R. S.; SPALLA, R. G. et al. Experimento do CNPGL/EMBRAPA com abate de machinhos da raça holandesa aos 6 meses de idade apresenta bons resultados. Gado Holandês, v.451, p.36-45, 1996.

CAMPOS, O.F., Estratégias de utilização do bezerro de rebanhos leiteiros para produção de carne. Coronel Pacheco, 1012. MG: EMBRAPA/CNPGL, (subprojeto - DPD), 15p, 1994.

CAMPOS, K. C. Agronegócio do leite: cenário atual e perspectivas. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/1152.pdf>>. Acesso em: 15 ma1. 2017.

CRUZ, R. S.; ALEXANDRINO, E.; MISSIO, R. L.; RESTLE, J.; MELO, J. C.; NETO, J. J. P.; SILVA, A. A. M.; SILVA, D. P. Níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu sobre as características da carcaça de tourinhos confinados. Bioscience Journal, v.31, p.73-86, 2015.

DIAS, R.S.; RESENDE, F.D. [2006]. Sistema de produção de carne de vitelos. Disponível em: <http://www.sic.org.br/vitelo_producao.asp> Acesso em: 03 mar. 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gado de leite (Informações técnicas/Estatística do leite/Produção). Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade animal no Brasil – 1980/2010. Fevereiro,2012. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/>> . Acesso em: 25/04/2017.

EUCLIDES FILHO, K., FIGUEIREDO, G.R., EUCLIDES, V.P.B. et al. 1996. Conversão alimentar e ganho de peso de animais Nelore e F1s Simental-Nelore e Angus-nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBZ, 1996. p.26.

GODOY, A.S. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, Christiane Kleinubing; BANDEIRA-DE-MELO, Rodrigo; SILVA, Anielson Barbosa de. Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos. São Paulo: Saraiva, 2006, p. 115-146.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal. Relatório anual v.42. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 39 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2003. Pesquisa da pecuária municipal. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 28 mai. 2017.

ÍTALO, L. C. V.; OLIVEIRA, N. P. R.; ÍTALO, C. C. B. F.; SILVA, M. J.; DIAS, A. M.; GOMES, R. C. Produção de bezerros jovens em pastagens nativas, mistas ou cultivadas no Pantanal Sul Mato-Grossense. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.9, n.3, p.585-593, 2008.

LANNA, D.P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. Produção de novilho de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4, 1997, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba, FEALQ, 1997. p.41-78.

LUCCI, C.S. Bovinos leiteiros jovens. São Paulo: Nobel/EDUSP, 1989. 371p.

MEDINA, R. B.; LÜDER, W. E.; FISCHER, V. et al. Desaleitamento precoce de terneiros da raça holandês preto e branco utilizando sucedâneo do leite ou leite e concentrado farelado ou peletizado. Revista Brasileira de Agrociência, v.8, n.1, p.61-65, 2002.

NEIVA, A. C. G. R.; NEIVA, J. N. M.; PEDRICO, A. Perspectivas econômicas e mercadológicas da utilização de machos de origem leiteira para produção de carne no Brasil. In: NEIVA, J. N. M.; NEIVA, A. C. G. R.; RESTLE, J.; PEDRICO, A., (ed.). Do Campus para o campo: Tecnologias para produção de carne de bovinos de origem leiteira. Araguaína: Suprema Gráfica e Editora, 2015. p.15-29.

ONTARIO VEAL ASSOCIATION – OVA. [2003]. What is veal? Disponível em: <HYPERLINKhttp://www.ontarioveal.on.ca/all_about_veal/veal.html\n_blankhttp://www.ontarioveal.on.ca/all_about_veal/veal.html> Acesso em 15/03/2017.

PEREIRA, J.C., OLIVEIRA, R.L. Utilização do bezerro proveniente de rebanhos leiteiros para produção de carne em sistema intensivo. In: SIMBRAS-SIMPÓSIO DE BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2.,

Brasilândia de Minas, 2000. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/ CODEVASF, 2000, p.159-186.

PETIT, H. V.; LACHANCE, B.; DIORIO, D. The effect of protein source on the growth and carcass characteristics of veal calves. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v.71, n.2, p.409-416, 1991.

RESTLE, J. 1997. Confinamento de terneiros. In: RESTLE, J. (Ed.) Técnicas avançadas na recria e engorda de bovinos de corte. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 67p.

ROMA JUNIOR, L. C. Cobertura de fibrocimento e sistema de climatização: influência no desempenho de vitelos mestiços e da raça holandesa. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de zootecnia e engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

SIGNORETTI, RD.; RESENDE, F. D. Vitelo: Sistema de produção de carne de vitelo. *Pesquisa e Tecnologia*, vol. 2, n. 2, 2005. Disponível em www.aptaregional.sp.gov.br/artigos. Acesso em: 22/04/2017.

United States Department of Agriculture – USDA. National Agriculture Statistics Service (NASS). Livestock Slaughter. 2013b. Disponível em <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/LiveSlauSu/LiveSlauSu-04-22-2013.pdf>> Acesso em:12/04/2017.

VIEIRA, C.; GARCÍA, M. D.; CEDEÑO, A.; MANTECÓN, A. R. Effect of diet composition and slaughter weight on animal performance, carcass and meat quality, and fatty acid composition in veal calves. *Livestock Production Science*, v.93, p.263-275, 2005.

ZANCHIN, M.; Prestazioni produttive in vivo e al macello, costi di produzione in 41 lotti di vitelli a carne Bianca allevati tra il 2011 e il 2012. Tese apresentada na Università degli Studi di Padova. 2012.