



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la  
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la  
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 10. N° 28  
Febrero 2017  
[www.eumed.net/rev/delos/28](http://www.eumed.net/rev/delos/28)

## **FARINHA DE OSSOS CALCINADA: SUSTENTABILIDADE NA NUTRIÇÃO FOSFATADA DE PASTAGENS**

João Batista Dias Damaceno<sup>1</sup>  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA,  
[joaodiasrm@gmail.com](mailto:joaodiasrm@gmail.com)  
Brasil

### **CONTENIDO**

Resumo .....	2
Abstract .....	2
1 Introdução. ....	3
2. Metodologia.....	4
3. Revisão de literatura .....	4
3.1 O fósforo e a adubação fosfatada.....	4
3.2 A Farinha de Ossos Calcinada na agricultura .....	6
3.3 Pastagens brasileiras e ácidos como extratores de P .....	7
4. Considerações finais.....	8
5. Referências bibliográficas .....	8

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agricultura no Trópico Úmido –INPA.

### **RESUMO**

O fósforo tem se tornado alvo de inúmeras pesquisas relacionadas com seu manejo no solo e para a nutrição de plantas. Visto que as reservas atuais de fósforo no mundo tem diminuído cada dia mais, desenvolver alternativas aliadas a engenharia agrônômica tem gerado o interesse de pesquisadores contemporâneos. Atentando-se para o atual modelo extensivista da pecuária brasileira e a capacidade de geração de resíduos advindos do abate de animais, os ossos são fonte de fósforo e cálcio que podem ser redirecionados para uma pecuária mais sustentável. O impasse maior dessa medida está na sua utilização direta, já que sua baixa solubilidade e disponibilidade as plantas é restrita.

Palavras-Chave: Pecuária sustentável, Agricultura sustentável, Fósforo.

### **ABSTRACT**

Phosphorus has become the target of numerous researches related to its management in the soil and to the nutrition of plants. Since the current reserves of phosphorus in the world have diminished every day, developing alternatives allied to agronomic engineering has generated the interest of contemporary researchers. Considering the current extensivist model of Brazilian livestock and the capacity to generate residues resulting from the slaughter of animals, the bones are source of phosphorus and calcium that can be redirected for a more sustainable livestock. The greatest impasse of this measure is in its direct use, since its low solubility and plant availability is restricted.

**Key words:** Sustainable Livestock, Sustainable Agriculture, Phosphorus.

## **1 INTRODUÇÃO.**

De acordo com o censo agropecuário brasileiro de 2006, os últimos dados levantados estimaram que a área total de pastagens brasileiras, sejam elas naturais ou plantas, seja de aproximadamente 172 milhões de hectares, sendo 36% ou cerca de 60 milhões de pastagens plantadas, sendo que grande parte do rebanho brasileiro é criado a pasto. Estima-se que entre 60 a 80% das pastagens plantadas no Brasil estejam sofrendo processos de degradação (Gontijo, 2005; IBGE, 2007; Ferraz e Felício, 2010).

Segundo a FAO (2009), as principais causas de degradação de pastagens é o manejo inadequado, a capacidade de recuperação do pasto, as altas taxas de lotação e pisoteio pelos animais. No Brasil, além dessas causas, outras são atribuídas, como ausência ou a ineficiência das adubações, os problemas ligados aos insetos-praga e falhas na implantação do pasto. Na região amazônica, é estimado que cerca de 50% das pastagens plantadas sofram algum processo de degradação ou já estejam degradadas pelo seu uso explorativo (Salman, 2007; Dias-Filho, 2014).

Dias-Filho (2006) evidencia que dentre as principais causas de degradação dos pastos em Rondônia, a ausência de adubação culminando no declínio da fertilidade do solo aparece em 1º lugar. A Principal deficiência que se observa nos solos tropicais é a do fósforo (P), que apresenta níveis muito baixos, sendo necessário

que se promova a manutenção desse nutriente através de fontes externas de P. Sugere-se que a principal limitação na produtividade das pastagens seja a limitação de P o e que em áreas degradadas, as forrageiras respondem bem a adubação com esse nutriente (Dias-Filho, 1998; Dias-Filho, 2014)

Para mudar esse cenário, é necessário que se adote manejos de adubações corretas, além do plantio forrageiras de bom valor nutricional e adaptabilidade em regiões tropicais, como as Braquiárias (Buller, 1972). No entanto, para realizar a manutenção de P nestes solos, as principais opções de fontes utilizadas que suprem essa demanda pelas pastagens, são o superfosfato simples e o superfosfato triplo, que são fertilizantes solúveis.

O grande impasse em utilizar de forma sistemática esses fertilizantes é justamente a capacidade de produção das reservas de fosfato provenientes de rochas, sendo que tem-se um indicativo que as reservas comerciais desses fosfatos irão se esgotar entre 60 e 150 anos, além da elevação gradual dos preços nas próximas décadas que está associado a limitação dos recursos minerais do Brasil (Osava, 2007; Oelkers e Valsami, 2008).

Devido a este fato, torna-se necessário o desenvolvimento e estudo de fontes alternativas de P que supram essa demanda por fertilizantes com a mesma eficiência e garantia desse nutriente (Porto et al, 2012). Estudos realizados por Costa et al. (2009) evidenciaram que resíduos sólidos processados, como a farinha de ossos bovinos, podem suprir a demanda das plantas por

nutrientes essenciais, como o P, devido suas composições químicas. Malavolta et al. (2002) mencionam que uso da farinha de ossos tem potencial como adubo fosfatado, tal como o superfosfato simples e o superfosfato triplo.

O Brasil, segundo o IBGE (2015), apenas no 2º trimestre de 2015, foram abatidas 7,63 milhões de cabeças de bovinos gerando 1,84 milhões de toneladas de carcaças. Esses ossos bovinos apresentam grande concentração de P, sendo relatados quase o dobro em sua composição quando comparados ao superfosfato simples, além de que com o processo de queima desses ossos, evidencia-se a calcinação, que após a moagem torna-se a farinha de ossos calcinada (FOC) com concentração elevada de óxido de cálcio.

O ponto negativo em se utilizar a FOC na agricultura é o fato dessa ser uma fonte de P de baixa solubilidade em água, sendo praticamente indisponível as plantas quando aplicado, o que demanda de acidificação, assim como ocorre com os fosfatos de rocha. Os pontos positivos na sua utilização são as quantidades dessa matéria-prima no Brasil, o aproveitamento de resíduos que torna o sistema sustentável, com a volta dos ossos, de forma modificada, para as pastagens e pôr fim a vantagem econômica, podendo esta ser produzida de forma manual (Kozen e Alvarenga, 2010; Ferro et al., 2013).

## **2. METODOLOGIA**

Foi realizada revisão bibliográfica com levantamento da literatura nacional e internacional, com o objetivo de compreender a importância da substituição dos modelos atuais da adubação fosfatada nas pastagens brasileiras, visto a baixa disponibilidade natural tanto no solo quanto das reservas de rochas fosfáticas.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 O fósforo e a adubação fosfatada**

Em 2014 foram produzidos no Brasil aproximadamente 7 milhões de toneladas de fosfato de rocha, porém, essa produção não atende a demanda por fósforo (P) no país, de forma que nos últimos três anos foram importado mais de 600 milhões de dólares em rocha fosfática, representando 2% de todas as importações minerais. Os depósitos de P presentes no Brasil. No Brasil, boa parte das reservas de fosfato estão localizadas nos estados de Minas Gerais e São Paulo e em outros estado em menor relevância (DNPM, 2015).

Cerca de 80% das reservas fosfáticas presentes são de origem ígnea com presença elevada de rocha carbonática, sendo minérios do grupo das apatitas (5 a 15% de  $P_2O_5$ ) e recebem o nome de fosfato natural sem o beneficiamento. Esses fosfato naturais são de baixa solubilidade em água. Após passar por acidificação, utilizando-se frequentemente o ácido cítrico a 2% ou

citrato neutro de amônio + água (CNA+H<sub>2</sub>O), passam a ter a solubilidade elevada em água, como é o caso do superfosfato simples (Brasil, 1982; Butolo, 2002; DNPM, 2008).

No solo, o P se divide em dois grupos: o inorgânico ou mineral, é o que as plantas são capazes de absorver e o orgânico é que necessita ser mineralizado no solo para estar disponível às plantas. A forma inorgânica com que o P é absorvido pelas plantas depende diretamente do pH do solo. Em solos ácidos, a planta tende a absorver o P em forma de ortofosfato primário (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), em solos mais alcalinos, absorve mais o íon ortofosfato secundário (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Em solos tropicais, que são naturalmente ácidos, a disponibilidade de P às plantas é reduzida pela fixação desse elemento no solo (Sengik, 2003; Dechen e Nachtigal, 2007).

Essa fixação está relacionada com fenômenos conhecidos como adsorção e precipitação do P com os óxidos e hidróxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al). A adsorção e a precipitação são formações de compostos no solos que indisponibilizam o P para a planta, que em condições onde o pH esteja baixo, o P forma precipitados, preferencialmente com o Al (P-Al) e o Fe (P-Fe) e com o pH esteja mais com o Cálcio (P-Ca) (Fixen e Ludwick, 1982; Raij, 1991; Silvero et al., 2013).

No entanto, para diminuir a ocorrência desses precipitados, o pH do solo deve ser elevado (> 6,0), através da calagem, que neutraliza a acidez ativa (H<sup>+</sup>) e a trocável (Al<sup>+3</sup>) através dos íons hidroxila (OH<sup>-</sup>), colocando o Ca<sup>+2</sup> nas cargas negativas criadas nos coloides do solo (Costa et al., 2007; Silva e Mendonça, 2007).

Nas plantas, o P participa da estrutura de compostos, como coenzimas, ácidos nucleicos e fosfolípidios, sendo nutriente importante no metabolismo das plantas, no que diz respeito na energia das células e nos processos de respiração e fotossíntese. Esse nutriente é requerido durante todo o estágio fenológico das plantas, exigido de maneira pequena no início do desenvolvimento e aumentado gradualmente com o passar dos estágios. Sugere-se que o P seja o elemento mais requerido na planta depois do nitrogênio (N) (Malavolta et al., 1989; Vieira et al., 2011; Silva et al., 2012).

A adição de P no solo contribui significativamente para a formação de raízes em plântulas, promovendo um crescimento mais acelerado, aumenta a resistência a estresses, como veranicos, aumenta a resistência a doenças por estar melhor nutria e melhora a eficiência de uso da água e os outros nutrientes. Recomenda-se que o P seja aplicado no início do plantio ou semeadura, pois o mal fornecimento desse elemento ou a sua ausência restringe o desenvolvimento das plantas sem a possibilidade de recuperação, mesmo se depois adicionado ao solo, pois sua movimentação ocorre por difusão, exigindo contato raiz-planta para ser absorvido (Hyland et al., 2005; Lima et al., 2011).

Na formação das pastagens, deve-se ter o máximo de atenção para a adubação fosfatada, tendo cuidado em primeiramente, garantir que o pH esteja adequado e que o P seja colocado junto a semente ou muda. As doses que devem ser adicionadas ao solos variam de estado para estado e das condições em que o solo se encontra, como a textura do solo e o teor de P presente nele (Cantarutti et al., 1999).

Em termos gerais, segundo Souza et al. (2007), para solos onde quer se plantar forrageiras, como as braquiárias, deve-se garantir teores de P no solo que variam entre 7 a 9 mg P dm<sup>-3</sup>. Em geral, quando a forrageira sofre estresse de P, a respiração e a fotossíntese é reduzida, sendo que se a respiração for reduzida mais que a fotossíntese os carboidratos ficam acumulados, deixando as folhas com cor verde-escura a arroxeada. Com uma fonte de P prontamente disponível que eleve o P do solo a estas concentrações médias, a forrageira consegue desenvolver seu sistema radicular, aumentar seu perfilhamento e ganhar biomassa (Novais et al., 2007; Ferreira, 2012).

### **3.2 A Farinha de Ossos Calcinada na agricultura**

Os ossos são formados, principalmente por hidroxiapatita, que se decompõe sob a ação do calor, em fosfato tricálcico, água e óxido de cálcio. Para se obter a farinha de ossos calcinada a partir de ossos bovinos é necessário que esse material seja incinerado em terrenos, aonde a temperatura não é controlada ou em fornos, onde as temperaturas podem passar de 600 °C. Depois da queima e já sem restos de carnes presentes, os ossos são triturados com socadores ou trituradores de modo que as partículas fiquem menores possíveis e desse modo se obtém a farinha de ossos calcinada (FOC) (Tsuyoshi et al., 1999; Miyahara et al., 2007).

A composição da FOC se divide em fração orgânica, que representa 34% do total, onde é encontrada 7% de gordura e 27% de osseína. Na fração mineral dos ossos, que corresponde a 66%, apresenta uma concentração entre 53 a 56 % de fosfato tricálcico, 1 a 2% de trimagnésico e entre 7 a 8% de carbonato de cálcio. Como pode ser visto, a farinha de ossos calcinada é rica em P, com teores descritos na literatura que variam de 35 a 40% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, valores mais elevados do que os encontrados em outras rochas fosfáticas e seus concentrados. Há também a presença elevada de cálcio e outros íons em menores quantidade como o sódio e o potássio (Kiehl, 1985; Pacheco, 2006; Santos e Rocha, 2009).

Vanegas (2006) em seus estudos, classificou diferentes tipos de resíduos agroindustriais, como a FOC e a torta de mamona e evidenciou que a FOC foi o resíduo que apresentou os maiores teores de P e cálcio. A FOC pode ser classificada como mista se tiver origem de vários animais, como bovinos e suínos e simples se for apenas de uma espécie, no caso os bovinos (Bortolo, 2008).

Foi visto que a FOC apresenta bons valores de elementos essenciais as plantas, porém o seu uso direto na agricultura como fertilizante quase não oferece ao solos esses elementos. Isso se deve ao fato desse tipo de fonte fosfatada ser praticamente insolúvel em água, cerca de 0,26 % de solubilidade de P, o que limita muito seu uso na agricultura como fertilizante solúvel, já que as plantas necessitam de P disponível no seu estabelecimento (Cavallaro Júnior 2006; Ferreira e Balbino, 2014).

Por esse motivo, a FOC foi classificada como fosfato de baixa solubilidade em água, equiparada aos fosfatos naturais, que perduram no solo por vários anos, reagindo e lentamente disponibilizando P. No entanto a farinha de ossos calcinada apresentou boa solubilidade em meio ácido, na presença do ácido cítrico a 2% e outros ácidos fracos, solubilizando cerca de 23% (Avelar et al., 2009). Simões (2012) utilizando a FOC na presença de ácidos em capim Tifton (*Cynodon dactylon* L.) obteve resultados que chegaram a 93% de massa seca produzida pelo superfosfato simples quando comparou seus resultados, o que evidencia o potencial desse fertilizante fosfatado.

### **3.3 Pastagens brasileiras e ácidos como extratores de P**

As espécies do gênero *Brachiaria* sp. (Poaceae) são forrageiras de regiões tropicais como a África e a América do Sul. No Brasil há 180 milhões de hectares ocupados por pastagens, sendo entre 70 e 80% ocupados por esse gênero. Já na região norte, estima-se que esses gênero ocupe entre 60 e 70%, sendo a principal espécie plantada (Rodrigues, 2004; Dias-Filho e Andrade, 2005).

O gênero das *Brachiaria*, em geral possuem elevada palatabilidade e aceitação pelos animais, tendo capacidade de suportar o pastejo, além de melhorar a qualidade física do solo. Adaptam-se em solos de baixa a média fertilidade, arenosos ou argilosos. Prefere solos bem drenados e responde prontamente a níveis mais altos de P no solo. Produzem um grande volume de matéria fresca (30 a 40 t ha<sup>-1</sup>) e matéria seca (6 a 15 t ha<sup>-1</sup>), o que gera interesse dos produtores pela espécie (Serrão e Simão neto, 1971; Alcântara e Bufarah, 1988; Embrapa, 2005; Ceccon, 2008).

Os fosfatos minerais de baixa solubilidade em água, como as rochas fosfáticas, para se tornarem solúveis como são conhecidos seus concentrados como o superfosfato simples, é necessário que aconteça a acidificação da rocha e sua consequente a extração de fósforo (P). Normalmente, essa extração é feita com ácido cítrico a 2% ou com citrato neutro de amônio (CNA + H<sub>2</sub>O) e seus percentuais são expressas em porcentagem (%) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel pelo método gravimétrico (Brasil, 2007).

O ácido clorídrico (HCl) é considerado um ácido forte com um poder corrosivo elevado. Este ácido quando adicionado a fosfatos de baixa reatividade, como é o caso da farinha de ossos calcinada (FOC), exerce a função de extrator de P, sendo que extrai de forma preferencialmente frações de P que estejam ligadas ao Cálcio (Ca), de minerais apatíticos, mas extrai o P inorgânico adsorvido aos colóides do solo e nas ligações com o alumínio (Al) e o ferro (Ceretta et al., 2010).

Gatiboni et al. (2008) evidenciam um aumento de 60% nos teores de P extraído por este ácido em dejetos líquidos de suínos (DLS) que tem frações inorgânicas ligadas ao Ca, como é o caso da FOC. O ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) e o clorídrico são considerados ácidos fracos, sendo para serem usados como extratores de P demandam de uma concentração mais elevada, quando

comparada a do HCl. Esses extratores também fazem a extração do fosfato ligado ao Al e ao Ca (Gonçalves, 2012).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso dos ossos como fonte de fósforo podem significar uma intensa preservação das jazidas de rochas fosfáticas no mundo, de forma a incentivar seu uso sustentável. Devido à alta demanda atual por fertilizantes em vista do crescimento populacional e a necessidade por alimentos, encontrar alternativas para produção sustentável se faz necessária.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alcântara PB, Bufarah G. *Plantas Forrageiras*. Gramíneas & Leguminosas. 5 ed. Nobel, São Paulo; 1988.
- Avelar AC, Ferreira WM, Brito WE, Menezes ABC. Composição mineral de fosfatos, calcário e farinha de ossos usados na agropecuária brasileira. *Archivos de zootecnia*. 2009; 58:739-745.
- Bortolo M. *Avaliação aminoacídica de fontes protéicas para cães utilizando diferentes metodologias* [dissertação]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2008.
- Brasil. Ministério da Agricultura. *Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes e biofertilizantes destinados à agricultura*. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, portaria n 03 de 12 de junho de 1986. Brasília; 1982.
- Brasil. Ministério da agricultura. *Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos*. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília; 2007.
- Buller RE, Steemmeifer NP, Quinn LR, Aronovich S. Comportamento de gramíneas perenes recentemente introduzidas no Brasil Central. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 1972; 7: 18-27.
- Butolo JE. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, 2002.
- Cantarutti RB, Martins CE, Carvalho M. Pastagens. In: Ribeiro AC, Guimarães PTG, Alvarez V H, editores. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação*. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. p. 333 – 334.
- Cavallaro Júnior ML. Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate [dissertação]. Campinas: Instituto Agrônomo, 2006.

- Ceccon G. *Milho safrinha com braquiária em consórcio*. Dourados: Embrapa; 2008. (Comunicado Técnico, 140).
- Ceretta CA, Lorensini F, Brunetto G, Giroto E, Gatiboni LC, Lourenzi R, Tiecher TL, Conti L, Trentin G, Miotto A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 2010; 45: 594-605.
- Costa MSS, Costa LA, Decarl LD, Pelá A, Silva CJ, Matter UF, Olibone D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2009; 13: 103-104.
- Costa NL, Magalhães JA, Pereira RGA, Townsend CR, Oliveira JRC. Considerações sobre o manejo de pastagens na Amazônia Ocidental. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*. 2007; 13: 50-57.
- Dechen AR, Nachtigall RG. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais, R. F. et al. (Org.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-92.
- Departamento Nacional de Produção Mineral. *Fosfato* [internet]. [Acesso em 13 fev 2016]. Disponível em: [https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4003](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4003).
- Departamento Nacional de Produção Mineral. *Informações sobre a economia mineral brasileira, 2015* [internet]. [Acesso em 13 fev 2016]. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>.
- Dias-Filho MB, Andrade CMS. *Pastagens no ecossistema rotativo*. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, Goiânia. Anais do Congresso. 2005. p. 94-104.
- Dias-Filho MB, Andrade CMS. Pastagens no trópico úmido, 2006 [internet]. [Acesso em 04 jun 2015]. Disponível em: <http://bit.ly/foLu6D>.
- Dias-Filho MB. *Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação*. 4. ed. Belém; 2011.
- Dias-Filho MB. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: Dias LE, Mello JWV, editores. *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV-DPS, 1998. P. 136-144.
- Dias-Filho MB. Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia: desafios, oportunidades e perspectivas. In: Sambuichi RHR, Silva APM, Oliveira MAC, Savian, M, editores. *Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas*. Brasília: Ipea, 2014.p. 149-169.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Tecnologias de Produção de Soja: região central do Brasil*. Sistemas de Produção. Londrina; 2005.
- Ferraz JBS, Felício PED. Production systems - An example from Brazil. *Meat Science*. 2010; 84: 241-245.
- Ferreira E, Balbino T. *Carta de cores para a avaliação qualitativa da farinha de ossos calcinada*. Instituto Nacional de Propriedade Industrial, Protocolo: BR2020140083923. Diretoria de Patentes, 2014.

- Ferreira MMM. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. *Revista Agro@ambiente Online*. 2012; 6: 74-78.
- Ferro LAB, Cunha JB, Ferreira E. *Farinha de ossos calcinada no desempenho agrônomo de estíloasantes*. Campo Grande. Anais... XII Congresso Internacional do Leite: XII Workshop de Políticas Públicas: XIII Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira – Brasília, DF: Embrapa, 2013. CD-ROM; 4 ¼ pol. Porto Velho – RO, 2013.
- Fixen PE, Ludwick AE. Residual available phosphorus in nearneutral and alkaline soils: I. Solubility and capacity relationships. *Soil Science Society of American Journal*. 1992;46: 332-334.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The state of food and agriculture*, 2009 [internet]. [Acesso em 04 jun 2015]. Disponível em: <http://bit.ly/dcsAFD>.
- Gatiboni LC, Kaminski J, Rheinheimer DS, Brunetto G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2008; 43: 1085-1092.
- Gonçalves GK, Bortolon L, Meurer EJ, Gonçalves DRN, Sousa R O, Fagundes SMG. Extratores de fósforo para o arroz irrigado em solos adubados com fosfato natural reativo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2012; 11:197-200.
- Gontijo MM. *Recuperar ou renovar?* 2005 [internet]. [Acesso em 04 jun 2015]. Disponível em: [www.cultivar.inf.br/bovinos/completas/bovinos16.pdf](http://www.cultivar.inf.br/bovinos/completas/bovinos16.pdf).
- Hyland CK, Dewing D, Stockin K, Czymmek K, Albrecht G, Geohring L. Phosphorus basics: the phosphorus cycle. Agronomy Fact Sheet Series. Cornell University, New York; 2005.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatística do Século XX*, 2007 [internet]. [Acesso em 13 fev 2016]. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estatística da Produção Pecuária. Indicadores IBGE*, 2015 [internet]. [Acesso em 13 fev 2016]. Disponível em: [http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201502comentarios.pdf](http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201502comentarios.pdf).
- Kiehl EJ. *Fertilizantes orgânicos*. Ceres, São Paulo; 1985.
- Kozen EA, Alvarenga RC. Fertilidade dos solos: Adubação orgânica. In: *Embrapa. Cultivo do milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo*, 2010 [internet]. [Acesso em 13 fev 2016]. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/ferorganica.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.html).
- Lima RLS, Severino LS, Gheyi HR, Sofiatti V, Arriel NHC. Efeito da adubação fosfatada submetido ao crescimento e índice de macronutrientes de mudas de pinhão-manso. *Revista Ciência Agronômica*. 2011; 42: 952-953.
- Malavolta E, Pimentel GF, Alcarde JC. *Adubos e adubações: adubos minerais e orgânicos*. Nobel, São Paulo; 2002.
- Malavolta E. *ABC da adubação*. Ceres, São Paulo; 1989.
- Miyahara RY, Gouvêa D, Toffoli SM. Obtenção e caracterização de cinza de ossos bovinos visando à fabricação de porcelanas de ossos. *Cerâmica*. 2007; 53: 234-238.

- Novais RF, Smyth TJ, Nunes FL.P. In: Novais RF, Alvarez VVH, Schaefer CEGR, editores *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 149-169. v.1.
- Oelkers EH, Valsami JE. Phosphate mineral reactivity and global sustainability. *Elements*. 2008; 4: 83-84.
- Osava M. *A agricultura diante da grave escassez de fosfato*, 2007 [internet]. [Acesso em 13 fev 2016]. Disponível em [http://www.revistaforum.com.br/conteudo/detalhe\\_materia.php?codMateria=1402/agricultura-diante-da-grave-escassez-de-fosfato](http://www.revistaforum.com.br/conteudo/detalhe_materia.php?codMateria=1402/agricultura-diante-da-grave-escassez-de-fosfato).
- Pacheco JW. *Guia técnico ambiental de graxais*. Cetesb, São Paulo; 2006.
- Porto EMV, Alves DD, Vitor CMT, Gomes VM, Silva MF, David AMSS. Rendimento Forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses crescentes de P. *Scientia Agrária Paranaensis*. 2012; 11: 25-26.
- Raij BV. *Fertilidade do Solo e Adubação*. Ceres, São Paulo; 1991.
- Rodrigues CD. Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria Brizhanta* (Hochst. Ex<sup>a</sup> Rich.) strapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas [dissertação]. Piracicaba, 2004.
- Salman AKD. *Conceito de manejo de pastagem ecológica*. Rondônia: Embrapa; 2007. (Documentos, 121).
- Santos CMF, Rocha SDF. Obtenção de ácido fosfórico de alta pureza a partir de carvão ativado de ossos bovinos. Relatório de Iniciação Científica; 2009.
- Sengik ES. *Os macronutrientes e micronutrientes das plantas. Calagem e Adubação em Plantas Forrageiras*. Maringá; 2003.
- Serrão EAD, Simão Neto M. *Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria na Amazônia: B. decumbens Stapf e B. ruziziensis Germain et Evrard*. Belém: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte; 1971.
- Silva DF, Trindade RCP, Oliveira MW, Ferro JHA, Calheiros AS. Crescimento vegetativo e produtividade de mamoneira em função da variedade e da adubação fosfatada. *Revista Caatinga*. 2012; 25: 160-161.
- Silva IR, Mendonça E S. Matéria orgânica do solo. In: Novais RF, Alvarez VVH, Fernandes N, Fonte RL, Cantarutti RB, Neves JCL, editores. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 280-285.
- Silvero AC, Toledo MCM, Silva WT. Neoformação de fosfato de cálcio e comportamento da solubilização do fósforo no processo Humifert. *Revista Instituto Geológico*. 2013; 34: 3-5.
- Simões AC. Farinha de carne e ossos como fonte de P para o capim tifton. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*. 2012; 1: 155-159.
- Souza DMG, Martha júnior GB, Vilela L. Adubação fosfatada. In: Martha júnior GB, Vilela L, Souza DMG, editores. *Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 145-177.

- Tsuyoshi K. et al. Measurement of pore structure of bone China body during a heating process by mercury intrusion porosimeter and SEM. *Journal of the Ceramic Society of Japan*. 1999; 107: 479-482.
- Vanegas CEA. Caracterização, decomposição e biodisponibilidade de nitrogênio e P de materiais orgânicos de origem animal e vegetal [tese]. Viçosa, 2006.
- Vieira MC, Perez VB, Heredia ZNA, Santos MC, Pelloso IAO, Pessoa SM. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 2013; 13: 543-545.