

## **Produtividade do Milho no Oeste do Pará em Função de Doses de Calcário e Gesso**



ISSN 1983-0483

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 81***

## **Produtividade do Milho no Oeste do Pará em Função de Doses de Calcário e Gesso**

*Carlos Alberto Costa Veloso  
Alysson Roberto Baizi e Silva  
Vinícius Ide Franzini  
Arystides Resende Silva*

Embrapa Amazônia Oriental  
Belém, PA  
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Oriental**

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.  
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 - Belém, PA.  
Fone: (91) 3204-1000  
Fax: (91) 3276-9845  
www.cpatu.embrapa.br  
cpatu.sac@embrapa.br

**Comitê Local de Publicação**

Presidente: *Michell Olívio Xavier da Costa*  
Secretário-Executivo: *Moacyr B. Dias-Filho*  
Membros: *Orlando dos Santos Watrin*  
*Márcia Mascarenhas Grise*  
*José Edmar Urano de Carvalho*  
*Regina Alves Rodrigues*  
*Rosana Cavalcante de Oliveira*

Revisão técnica:

*Isabelle Pereira Andrade* – Universidade Federal Rural da Amazônia  
*Nand Kumar Fageria* – Embrapa Arroz e Feijão  
*Adonis Moreira* – Embrapa Soja  
*Milson Evaldo Serafim* – Instituto Federal de Mato Grosso

Supervisão editorial e revisão de texto: *Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*

Edição eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

Foto da capa: *Carlos Alberto Costa Veloso*

**1ª edição**

Versão eletrônica (2012)

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Amazônia Oriental

---

Produtividade do milho no Oeste do Pará em função de doses de calcário e gesso / por Carlos Alberto Costa Veloso ... [et. al.]. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012.

12 p. il. 14,8 cm x 21 cm (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 81)

1. Milho- plantio direto. 2. Milho – Adubação. 3. Milho – Calcário. 4. Milho – Gesso. I. Veloso, Carlos Alberto Costa. II. Título. III. Série.

633.15098115 CDD 21.ed.

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	8
<b>Material e Métodos</b> .....	9
<b>Resultados e Discussão</b> .....	10
<b>Conclusões</b> .....	13
<b>Agradecimento</b> .....	13
<b>Referências</b> .....	14



# Produtividade do Milho no Oeste do Pará em Função de Doses de Calcário e Gesso

---

*Carlos Alberto Costa Veloso<sup>1</sup>*

*Alysson Roberto Baizi e Silva<sup>2</sup>*

*Vinícius Ide Franzini<sup>3</sup>*

*Arystides Resende Silva<sup>4</sup>*

## Resumo

A calagem e a gessagem têm potencial para aumentar a produtividade das culturas em solos ácidos. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de doses de calcário e de gesso na produtividade do milho (*Zea mays*) cultivado em solo ácido no oeste do Estado do Pará. O experimento foi realizado em condições de campo, em Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (V = 26,08%), no Município de Belterra, Pará, seguindo o delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas foram alocadas doses de calcário (0, 1, 2, 3, 4 t ha<sup>-1</sup>) e, nas subparcelas, doses de gesso (0, 500 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>). O calcário foi aplicado na superfície do solo e incorporado a 20 cm de profundidade com grade aradora. O gesso foi aplicado em superfície após a calagem. A produtividade de grãos aumentou em função das doses de calcário e

---

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas, pesquisador na Embrapa Amazônia Oriental, carlos.veloso@embrapa.br.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Produção vegetal), pesquisador A na Embrapa Amazônia Oriental, alysson.silva@embrapa.br.

<sup>3</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências (Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador A na Embrapa Amazônia Oriental, vinicius.franzini@embrapa.br.

<sup>4</sup>Engenheiro-florestal, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador A na Embrapa Amazônia Oriental, arystides.silva@embrapa.br.

gesso. A melhor combinação de doses foi 1,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso. A calagem e a gessagem aumentam a produtividade do milho em Latossolo Amarelo muito argiloso com elevada acidez no Oeste do Pará.

Termos para indexação: acidez do solo, Amazônia, calagem, sulfato de cálcio, *Zea mays*.

# Corn Yield in the Western Pará State in Relation to Lime and Gypsum Rates

---

## Abstract

*Lime and gypsum application have potential for increasing crop yield in acid soils. This study was conducted to evaluate the effect of lime and gypsum rates on the yield of the corn crop cultivated in an acid soil in the western Pará state, Brazil. A field experiment was carried out on clayey Xanthic Hapludox (base saturation = 26.08%), in Belterra municipality, Pará state. Experimental design was randomized complete block design with three replications. The treatments were arranged in the split-plot scheme. Lime rates (0, 1, 2, 3 and 4 t ha<sup>-1</sup>) were allocated in the main plots, and gypsum rates (0, 500 and 1000 kg ha<sup>-1</sup>), in the sub-plots. Lime was applied on soil surface and incorporated to a depth of 20 cm with harrow. Gypsum was applied on soil surface after liming. Grain yield increased due to lime and gypsum rates. The better combination of rates was 1.4 t ha<sup>-1</sup> of lime and 500 kg ha<sup>-1</sup> of gypsum. Liming and gypsum application increase corn yield on clayey Xanthic Hapludox with high acidity in the western Pará state.*

*Index terms: Amazon, calcium sulfate, liming, soil acidity, Zea mays.*

## Introdução

A calagem é considerada uma das práticas agronômicas que mais contribuem para o aumento da produtividade das culturas em solos ácidos, sendo o calcário o material corretivo mais utilizado no Brasil (FAGERIA; BALIGAR, 2008; RAIJ, 2011). Entre os benefícios da aplicação de calcário no solo estão: (i) correção da acidez, ou seja, a elevação do valor de pH; (ii) fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg); (iii) redução dos teores de alumínio (Al) trocável e de manganês (Mn) disponível, que, em excesso, podem ser tóxicos para as plantas; (iv) aumento na disponibilidade de nutrientes do solo, principalmente de nitrogênio (N), fósforo (P) e molibdênio (Mo); (v) melhoria da eficiência de fertilizantes; (vi) aumento da fixação biológica de N (QUAGGIO, 2000?).

Os efeitos do calcário aplicado em doses usuais geralmente se limitam à camada na qual ele é incorporado, ou seja, a camada superficial do solo. No entanto, abaixo dessa camada o solo permanece muito ácido, com baixos teores de Ca trocável e altos teores de Al trocável, que comprometem o crescimento radicular em profundidade e, conseqüentemente, restringem a capacidade da planta de absorver água e nutrientes (FAGERIA; MOREIRA, 2011; FAGERIA, 2012). Para melhorar as condições químicas da camada subsuperficial e, assim, favorecer o crescimento de raízes, o gesso tem sido apontado como o insumo mais adequado. A gessagem complementa a calagem por atuar abaixo da camada corrigida pelo calcário, aumentando Ca trocável e diminuindo Al trocável, além de ser uma fonte de enxofre (S) (RAIJ, 2008).

No oeste do Estado do Pará, é crescente o interesse pelo cultivo de milho em decorrência da necessidade de estabelecimento de sucessão/rotação de cultura com a soja. Contudo, faltam informações sobre calagem e gessagem para o cereal nessa região, que possui solos com elevada acidez. Estudos envolvendo esses dois insumos são importantes para o milho, que sabidamente apresenta sensibilidade à acidez do solo (COELHO, 2006).

Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de doses de calcário e de gesso na produtividade do milho cultivado em solo ácido no oeste do Estado do Pará.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no Município de Belterra (02°38'11''S e 54°56'14''W), próximo a Santarém, Estado do Pará. O solo do local foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (SANTOS et al., 2006). Na fase anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade. Essas amostras foram submetidas a análises químicas e de textura, conforme Claessen (1997). A análise química revelou: pH (H<sub>2</sub>O) 4,9; MO = 31 g kg<sup>-1</sup>; P = 6 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich 1); K = 0,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 7,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 2,54 cmol dm<sup>-3</sup>; CTC = 9,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 26,08%. A análise granulométrica apresentou os seguintes resultados: 27 g kg<sup>-1</sup> de areia grossa, 12 g kg<sup>-1</sup> de areia fina, 261 g kg<sup>-1</sup> de silte e 700 g kg<sup>-1</sup> de argila.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas, foram avaliadas cinco doses de calcário (0, 1, 2, 3 e 4 t ha<sup>-1</sup>) e nas subparcelas, três doses de gesso (0, 500 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>). O calcário tinha PRNT = 90% e o teor de MgO = 15%. O gesso tinha 15% de S, 26% de CaO e umidade de 4%.

O solo foi preparado com uma aração feita com grade aradora e duas gradagens com grade niveladora, sendo ambas as operações realizadas em sentidos transversais. O calcário foi aplicado em área total, antes do preparo do solo. Procurou-se incorporar o insumo na camada de 0-20 cm de profundidade. O calcário foi aplicado 60 dias antes da semeadura do milho e o gesso, 30 dias após a calagem.

A parcela experimental tinha 5,6 m × 8,0 m, com oito linhas de milho, espaçadas em 0,7 m, tendo cinco plantas por metro linear. As sementes de milho híbrido (*Zea mays* L. cv. BRS 1030, híbrido simples, ciclo precoce) foram semeadas em janeiro de 2010.

Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha<sup>-1</sup> de N; 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, usando como fontes ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O fertilizante fosfatado foi aplicado no sulco de semeadura. As doses dos fertilizantes nitrogenado e potássico foram parceladas em duas aplicações, uma na semeadura (30 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), ao lado do sulco, e outra em cobertura (60 kg ha<sup>-1</sup> de N e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), aos 35 dias após a semeadura.

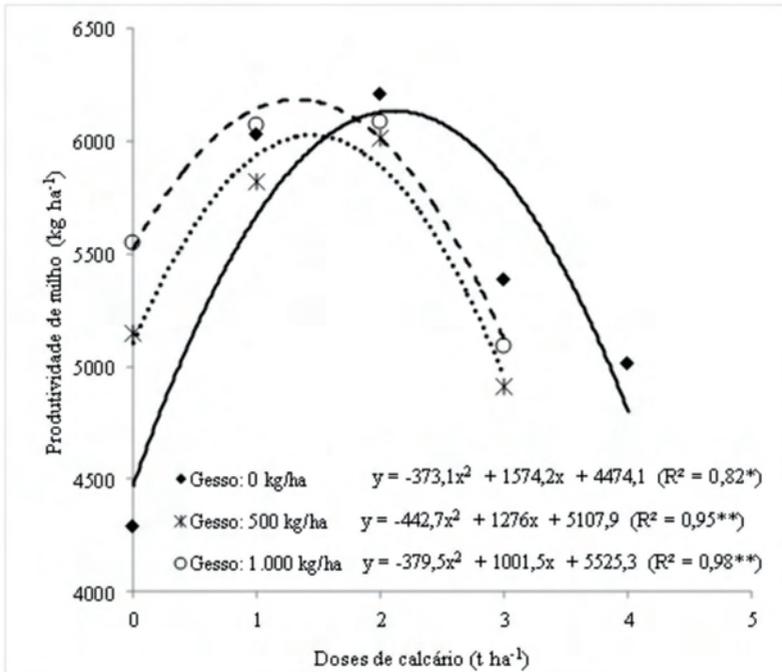
A colheita foi efetuada aos 120 dias após o plantio. A produção de grãos foi avaliada em área útil de 22,4 m<sup>2</sup> e a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e à análise de regressão ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

As aplicações de calcário e gesso aumentaram significativamente ( $p < 0,01$ ) a produtividade de grãos de milho, confirmando a expectativa do trabalho, uma vez que o solo apresentava elevada acidez [pH (H<sub>2</sub>O) 4,9 e V = 26,08%]. Além disso, houve significância ( $p < 0,05$ ) para a interação entre doses de calcário e doses de gesso.

A aplicação de calcário, na ausência da gessagem, aumentou a produtividade de milho. A produtividade máxima estimada (6.135 kg ha<sup>-1</sup>) pela equação de regressão apresentada na Figura 1 foi obtida com a dose de 2,1 t ha<sup>-1</sup> de calcário. Resposta semelhante foi observada em Latossolo argiloso excessivamente ácido (V = 3,7%) na região do Cerrado Brasileiro, em que a aplicação de 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário resultou na produtividade de 6.769 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (MIRANDA et al., 2005).



\*:  $p < 0,05$ .

\*\* :  $p < 0,01$ .

**Figura 1.** Produtividade de milho em função de doses de calcário e gesso.

O aumento de produtividade de milho em função da calagem está relacionado à diminuição da acidez do solo, que estimula o incremento nos componentes de produção da cultura, como massa de espiga, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e massa de grãos por espiga (PRADO, 2001).

A aplicação de gesso, na ausência da calagem, também aumentou a produtividade de milho. A produtividade máxima estimada (5.525 kg ha<sup>-1</sup>) pela equação de regressão apresentada na Figura 1 foi obtida com a maior dose de gesso (1.000 kg ha<sup>-1</sup>). Esse aumento de produtividade pode estar relacionado ao melhor desenvolvimento do sistema radicular do milho. O gesso geralmente aumenta os teores de Ca e Mg trocáveis e diminui o efeito tóxico do Al trocável em subsuperfície e, assim, melhora as condições para o crescimento das raízes das plantas em profundidade

(SOUSA et al., 2005). Com a raiz mais desenvolvida, as plantas conseguem explorar um volume de solo maior, aumentando sua capacidade de absorver água e nutrientes. Como consequência, a produtividade da cultura pode aumentar. Esse aumento, entretanto, pode depender da cultivar de milho (RAIJ et al., 1998), entre outros fatores.

Paralelamente a essa melhoria no ambiente subsuperficial, o gesso também atua no sistema de produção como fornecedor de S para as plantas, de modo que esse suprimento pode contribuir para o aumento da produção da cultura do milho em solo tropical, pobre em matéria orgânica (MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C., 2008).

Ao analisar as três curvas de resposta na Figura 1, verifica-se que a necessidade de calcário foi menor com a aplicação de gesso. Produtividades máximas semelhantes (6.139, 6.026 e 6.186 kg ha<sup>-1</sup>), estimadas pelas equações de regressão apresentadas na Figura 1, foram obtidas com aplicação exclusiva de 2,1 t ha<sup>-1</sup> de calcário ou aplicação combinada de 1,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso ou, então, 1,3 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso.

Essa menor necessidade de calcário não deve ser interpretada como uma oportunidade para substituir calcário por gesso, mas como uma resposta à complementariedade entre esses insumos. O calcário expressa seus efeitos com maior eficiência na camada do solo na qual é incorporado, ou seja, geralmente até 20 cm de profundidade. Abaixo dessa camada, o gesso complementa o efeito do calcário, não corrigindo a acidez, mas tornando a subsuperfície quimicamente mais adequada ao desenvolvimento radicular das plantas. Nesse trabalho, a melhor combinação de doses parece ser 1,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário e 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso, pois resulta na menor quantidade total desses produtos (1.900 kg ha<sup>-1</sup>), o que gera benefícios logísticos importantes, que devem ser considerados no planejamento de uso racional de insumos na cultura do milho.

Estudos dessa natureza devem ser realizados em outros tipos de solo e sistemas de cultivo, para gerar resultados que permitam o estabelecimento de recomendações de calagem e gessagem para o milho em uma ampla faixa geográfica no oeste do Estado do Pará.

## **Conclusões**

A calagem e a gessagem aumentam a produtividade do milho cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico muito argiloso com elevada acidez, no oeste do Estado do Pará. Nessas condições, a combinação de 1,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário com 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso possibilita o aumento racional da produtividade da cultura.

## **Agradecimento**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro (CNPq - projeto 575027/2008-8).

## Referências

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 78).

FAGERIA, N. K. **The role of plant root in crop production**. Boca Raton: CRC Press, 2012. 467 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in Agronomy**, v. 99, p. 345-399. 2008.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A. The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 110, p. 251-330, 2011.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. **Adubação de enxofre para a cultura do milho sob plantio convencional e direto em solo de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 143).

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C.; REIN, T. A.; GOMES, A. C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563-572, 2005.

PRADO, R. de M. Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto.

**Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 391-394, 2001.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, [2000?]. 111 p.

RAIJ, B. van. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. 233 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RAIJ, B. van; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 101-108, 1998.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 19 p. (Embrapa Cerrados. Circular técnica, 32).

**Embrapa**

---

*Amazônia Oriental*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10188