

**Efeitos da Aplicação de Gesso
Mineral no Desenvolvimento de
Coqueiros Cultivados em Argissolo
dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas**

*Anderson Carlos Marafon
Hugo Leoncio Paiva
Victor dos Santos Guimarães
Adriana Neutzling Bierhals*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de doses de gesso mineral sobre propriedades químicas do solo, o desenvolvimento radicular e a fenologia de coqueiros cultivados na região dos Tabuleiros Costeiros. O experimento foi conduzido em pomar comercial no Município de Coruripe, AL, utilizando-se coqueiros híbridos naturais em fase inicial de produção. Foram efetuadas avaliações fenológicas dos números de folhas vivas (NFV), emitidas (NFE), mortas (NFM), de inflorescências emitidas (NIE), de flores femininas por inflorescência (NFFI) e o número total de frutos por planta (NTFP). Também foram efetuadas a diagnose foliar, a análise química do solo e a determinação do volume, da área superficial e do diâmetro médio das raízes em diferentes profundidades do perfil do solo. A produção de flores femininas por inflorescência aos 12 meses e a produção de frutos aos 27 meses após a aplicação do gesso mineral foram maiores nas plantas que receberam gesso mineral na fase inicial de produção do coqueiral. Os teores de cálcio e fósforo foram superior nas camadas de 0 cm a 15 cm e de 60 a 75 cm do perfil, respectivamente, nas plantas que receberam de gesso mineral e o teor de potássio foi superior na camada de 0 cm a 15 cm nas plantas que não receberam gesso. Os teores foliares de nutrientes e o desenvolvimento das raízes nas camadas mais profundas do solo não alterações em função da aplicação do gesso.

Palavras-chave: *Cocos nucifera*, sulfato de cálcio, nutrientes, raízes, produtividade.

Introdução

A agricultura ecologicamente intensiva busca criar condições para que os mecanismos naturais dos ecossistemas sejam intensificados ao invés de subsidiar diretamente o consumo de insumos, visando o melhor aproveitamento dos fatores de produção: luz, água e solo. A eficiência no uso de água e nutrientes minerais é um dos principais aspectos da intensificação ecológica e determinante da produtividade das culturas. A intensificação ecológica busca o máximo aproveitamento dos serviços

sistêmicos e das funcionalidades ecológicas com manutenção de bons níveis de produtividade (DÓREA et al., 2011).

No mercado brasileiro de frutas, é notória a importância o cultivo do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) para a economia do país, especialmente na região Nordeste, onde se concentra mais de 90% da produção nacional. A demanda crescente de coco contrasta com os baixos níveis de produtividade dos coqueirais, em média 30 frutos por planta por ano, decorrente principalmente, de problemas nutricionais e sanitários (BUZETTI et al., 2014).

Nos Tabuleiros Costeiros, onde predominam os Argissolos e Latossolos Amarelos de baixa fertilidade natural, ácidos, com baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiônica, um dos problemas mais graves, diz respeito à ocorrência de horizontes adensados, localizados próximos a superfície. Essas camadas coesas interferem na forma com que a água é retida, na aeração e na resistência à penetração das raízes, reduzindo a profundidade efetiva do solo e dificultando a circulação normal de água e ar, principalmente em plantios de sequeiro. Com isso, o sistema radicular das plantas se concentra e passa a capturar água e nutrientes unicamente na camada superior do solo (CINTRA, 2009). Além disso, a presença de camadas subsuperficiais com baixos teores de cálcio (Ca^{+2}) ou altos teores de alumínio (Al^{+3}) também restringem o desenvolvimento de raízes e reduzem a produtividade das culturas, principalmente em regiões com ocorrência de estiagem, que afeta negativamente o desenvolvimento das plantas devido ao menor aprofundamento das raízes, refletindo em menor volume de solo explorado e menor extração de água e nutrientes.

O uso de gesso (sulfato de cálcio) tem despertado interesse por parte dos agricultores, já que possibilita o fornecimento de Ca^{+2} e a redução da saturação por Al^{+3} nas camadas subsuperficiais do solo, devido à sua maior solubilidade e mobilidade quando comparado ao calcário, o que permite que as plantas desenvolvam melhor seu sistema radicular e explorem um volume maior de solo, proporcionando melhorias na eficiência de absorção de água e nutrientes e aumentando a sua resistência à seca (RAIJ, 2008).

O gesso pode ser proveniente de jazidas naturais (gipsitas), conhecido como 'gesso mineral', ou um subproduto da produção do ácido fosfórico (gesso agrícola), obtido na fabricação de fertilizantes fosfatados (superfosfato triplo, fosfatos de amônio, MAP e DAP). Por ser um sal sem carga elétrica ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e apresentar no solo uma solubilidade 150 vezes maior que a do cálcio, o gesso é capaz de diminuir a atividade do alumínio, aumentando o teor de cálcio e propiciando melhores condições químicas para o desenvolvimento radicular. Por isso, o uso de gesso como melhorador da subsuperfície aumenta o aproveitamento dos nutrientes e da água das camadas mais profundas do solo, favorecendo a produção de frutos e a tolerância aos períodos de deficiência hídrica (VITTI et al., 2008).

Tendo em vista que a aplicação de gesso mineral pode favorecer o aprofundamento das raízes no perfil do solo, permitindo às plantas uma maior exploração de água e nutrientes minerais das camadas subsuperficiais e aumentar sua tolerância aos períodos de deficiência hídrica, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da aplicação do gesso mineral sobre algumas propriedades químicas do solo, sobre o desenvolvimento radicular e a fenologia de coqueiros híbridos naturais cultivados na região dos Tabuleiros Costeiros.

Material e Métodos

O experimento foi implantado em área de cultivo comercial, no Município de Coruripe, AL. Utilizou-se uma população de coqueiros da variedade híbrida em fase de início de produção, com idade de 6 anos de idade. O solo do local é do tipo Argissolo Amarelo Distrófico, com textura franco-argiloarenosa. A precipitação anual média da região é de 1.500 mm, concentrada de maio a setembro, e a temperatura média do ar é de 28 °C (BARROS, 2012). A análise de solo, efetuada na implantação do experimento apresentou os seguintes valores: pH (em água) = 5,3; Al^{3+} = 0,05 meq/100mL; Ca^{2+} = 12,4 mmol_c/dm³; Mg^{2+} = 8,5 mg/dm³; K = 26 mg/dm³; P = 5,1 mg/dm³; CTC = (pH 7,0) = 4,55 cmol_c/dm³; % V (saturação por bases) = 30,8%, teor de matéria orgânica de 1,5% e percentagem de 22,6% de argila (Figura 1).

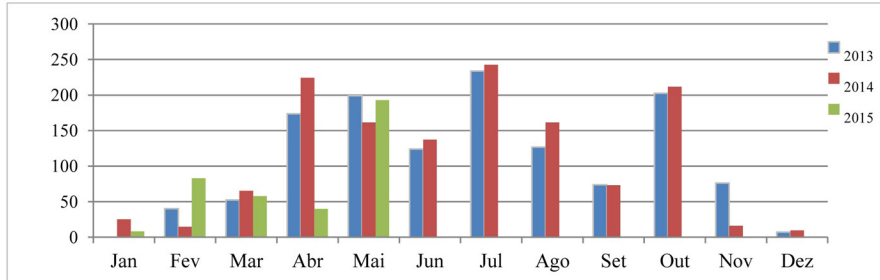


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) no local do experimento no período de 2013 a 2015. Coruripe, AL.

Fonte: Usina Coruripe Açúcar e Álcool (2015).

No mês de fevereiro de 2013, foram selecionados 48 coqueiros uniformes para a implantação do experimento. Os tratamentos envolveram a aplicação de diferentes doses de gesso: 0 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹, 4 t ha⁻¹ e 6 t ha⁻¹. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 3 repetições, utilizando-se 4 coqueiros por bloco. O gesso mineral possuía garantias mínimas de 22% de cálcio e 17% de enxofre, sendo aplicado em superfície, na área de projeção da copa. Também, foi feita a correção do solo com base na análise química, sendo aplicados 2 Kg de ureia, 1 Kg de superfosfato simples e 2 Kg de cloreto de potássio por planta.

No mês de dezembro de 2013, 7 meses após a aplicação do gesso, efetuou-se a marcação da folha número 0 (zero) nas plantas. A partir desta folha foram feitas avaliações fenológicas aos 12 e aos 15 meses após a aplicação do gesso, correspondendo a 3 e 6 meses após a marcação das folhas, respectivamente. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas vivas (NFV), número de folhas emitidas (NFE), número de folhas mortas (NFM), número de inflorescências emitidas (NIE), número de flores femininas por inflorescência (NFFI) e número total de frutos por planta (NTFP). A contagem do NTFP foi realizada no mês de maio de 2015, 27 meses após a aplicação dos tratamentos com gesso. A coleta de folhas (da folha 14) para diagnose nutricional foi efetuada 17 meses após aplicação do gesso.

Aos 30 meses após a aplicação do gesso efetuou-se a avaliação das raízes nos tratamentos sem gesso (testemunha) e com gesso (6 t ha⁻¹). As coletas de solo + raízes foi efetuada à 1,20 m do tronco, com auxílio de um trado do 'tipo caneco' nas profundidades de 0 cm a 15 cm; 15 cm a 30 cm; 30 cm a 45 cm; 45 cm a 60 cm; e 60 cm a 75 cm do perfil. As amostras coletadas, armazenadas em sacos de plástico e mantidas em câmara fria a -10 °C, até a lavagem, sob água corrente, em peneira de 30 mesh, para separação das raízes. As raízes foram digitalizadas com câmera digital e, posteriormente, analisadas pelo Programa Safira, na Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP. Assim, quantificou-se a área superficial (mm² cm⁻³), o volume de raízes por volume de solo (mm³ cm⁻³) e o diâmetro das raízes (mm).

As amostras de solo, de cada camada do perfil, foram analisadas no Laboratório de Solos da Embrapa Tabuleiros Costeiros para análise de rotina. Todos os dados obtidos foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro através do programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Ocorreram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamentos para o número de flores femininas por inflorescência (NFFI) e o número total de frutos por planta (NTFP), aos 12 e aos 27 meses após meses após a aplicação do gesso, respectivamente. O NFFI das plantas que receberam 6 t ha⁻¹ de gesso foi superior aos tratamentos testemunha e 4 t ha⁻¹ de gesso, entretanto não diferiu em relação ao tratamento com 2 t ha⁻¹. O NTFP foi superior em todos os tratamentos que receberam gesso em relação à testemunha (sem gesso) (Tabela 1).

Tabela 1. Efeitos da aplicação de gesso mineral sobre os números de folhas vivas (NFV), folhas emitidas (NFE), folhas mortas (NFM), inflorescências emitidas (NIE), flores femininas por inflorescência (NFFI) aos 12 e 15 meses e número total de frutos por planta (NTFP) aos 27 meses após a aplicação. Coruripe, AL, 2015.

Dose (t ha ⁻¹)	NFE		NFV		NFM		NIE		NFFI		NTFP
	12 ^o mês	15 ^o mês	12 ^o mês	15 ^o mês	12 ^o mês	15 ^o mês	12 ^o mês	15 ^o mês	12 ^o mês	15 ^o mês	
0	5,5a	7,7a	19,3a	20,5a	5,8a	10,4a	2,7a	1,8a	3,8b	4,2a	20,8b
2	5,8a	7,3a	19,7a	20,4a	6,3a	10,5a	2,3a	2,2a	7,1ab	3,3a	27,5a
4	5,9a	7,7a	19,3a	20,7a	7,3a	11,9a	2,5a	2,0a	4,4b	2,7a	31,3a
6	5,7a	7,6a	20,6a	21,7a	5,6a	10,2a	2,2a	1,8a	10,5a	3,5a	31,8a

** Médias seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Estas maiores produções de flores e de frutos podem ter sido reflexo da maior exploração de água e nutrientes do solo, resultando em maior tolerância ao déficit hídrico no período de menor ocorrência de chuvas na região. O maior NFFI no tratamento com 6 t ha⁻¹ de gesso no 12º mês poderia ser considerado um indicativo do maior índice de pegamento ou menor taxa de abortamento de frutos, já que aos 27 meses após a aplicação do gesso o NTFP foi superior nos tratamentos que receberam gesso em relação à testemunha.

O coqueiro se desenvolve continuamente, com floração e frutificação simultâneas e conseqüentemente elevada necessidade nutricional (OHLER, 1984). O crescimento contínuo do coqueiro implica, segundo Sobral (2003), na remoção de grandes quantidades de nutrientes, os quais necessitam ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes. Considerando que, plantações no mundo têm baixo uso de fertilizantes, há pesquisadores que destacam os problemas nutricionais como a principal causa para a diminuição da produtividade dos coqueirais (OLLANGER; WAHYNI, 1984).

Mesmo não sendo constatadas diferenças para o número de flores por inflorescência, uma possível consequência do estresse hídrico durante o verão pode ter sido o maior abortamento de frutos. Castro et al. (2009) constataram que a maior perda de frutos dá-se até o terceiro mês de desenvolvimento, quando os frutos são mais suscetíveis às adversidades ambientais. Em um pomar de coqueiros, plantas com melhor produtividade não só se caracterizam por um maior número de inflorescências por ano, como também por um maior número de flores femininas por inflorescência (FRÉMOND et al., 1966).

Em relação ao número de folhas vivas, não houve diferença entre tratamentos e a média ficou em 20 folhas vivas. De acordo com Frémond et al. (1975), em condições nutricionais adequadas, um coqueiro adulto apresenta em média de 30 a 35 folhas vivas, podendo ter de 10 a 20 folhas, em função da idade da planta, da redução do ritmo de emissão e da vida útil da folha, situação esta observada em condições de locais estressantes. Com relação à emissão de inflorescências, Passos et al. (1998) afirmaram que durante os meses secos, ocorre maior emissão

de inflorescências em relação ao período chuvoso, refletindo assim os efeitos favoráveis das chuvas durante o período que antecede a emissão.

Passos et al. (1998) também não constataram diferença entre tratamentos para o NIE, sendo que a média foi de 2,2 de inflorescências emitidas a cada 3 meses, número considerado baixo, o que seria justificado pela idade do coqueiral, 6 anos, na fase de início de produção. A média de inflorescências emitidas a cada três meses encontrada por Passos et al. (1998) foi de 4,04 e 4,11, para os sistemas convencional e integrado, respectivamente, o que corresponderia a aproximadamente 1,3 emissões a cada.

O número de flores femininas do coqueiro é fortemente influenciado pelo estado hídrico e nutricional da planta. Condições desfavoráveis, como estiagens prolongadas, causam redução do ritmo de emissão foliar e do tempo de vida da folha (PASSOS et al., 1998), além de provocar aumento no índice de abortamento de flores femininas (FRÉMOND et al., 1975).

A emissão de folhas é controlada pela idade e vigor da planta, pela cultivar e pelas condições do meio ambiente. A quantidade de folhas emitidas reflete diretamente no crescimento e na produção do coqueiro, pois na axila de cada folha emitida existe um primórdio floral que se transformará em inflorescência; isso não ocorre quando as condições ambientais são muito severas (SILVA et al., 2004).

A aplicação de doses crescentes de gesso mineral não alterou significativamente os teores de nutrientes (macro e micro) nas folhas 17 meses após a aplicação do corretivo (Tabela 2).

Tabela 2. Teores foliares de nutrientes em coqueiros submetidos à aplicação de gesso mineral. Coruripe, 2015.

Dose (t/ha)	N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn	B
	g/kg							mg/kg				
0	19,0	1,2	4,6	1,0	5,3	2,4	1,8	203	90	3,9	7,9	34,6
2	18,7	1,5	5,4	1,1	5,2	2,1	1,9	236	91	6,3	14,3	28,6
4	19,7	1,4	5,4	1,0	5,6	2,3	1,9	221	87	4,1	8,3	25,2
6	19,0	1,2	5,3	1,2	5,2	2,0	1,7	233	90	4,3	9,3	23,6

A análise química de solo, efetuada 30 meses após a aplicação dos tratamentos, demonstrou que, no tratamento com gesso (6 t ha⁻¹) o teor de cálcio foi significativamente superior na camada de 0 cm a 15 cm do perfil do solo e o teor de fósforo foi superior na camada de 60 cm a 75 cm em relação à testemunha. Já no tratamento testemunha (sem gesso) o teor de potássio foi superior ao tratamento com gesso na camada de 0 cm -15 cm (Tabela 3).

Tabela 3. Atributos químicos de solo em função da aplicação de gesso mineral (6 t ha⁻¹). Coruripe, 2015.

Perfil (cm)	Gesso	M.O. (g/Kg)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	H + Al	Al	P	K	Na
				mmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³		
0 - 15	Sem	16,9	5,3	10,3b	5,7	27,8	3,2	50,0	207a	16,7
	Com	21,1	5,3	16,9a	5,7	23,9	2,1	65,0	142b	17,7
15 - 30	Sem	11,9	5,0	8,8	4,8	21,8	4,6	7,4	128,0	8,0
	Com	15,2	4,8	10,0	4,0	23,4	4,7	14,0	115,0	6,1
30 - 45	Sem	9,2	4,7	8,6	5,0	16,9	4,8	3,4	76,0	7,0
	Com	12,8	4,5	10,8	3,8	20,2	5,8	5,1	87,0	5,7
45 - 60	Sem	9,8	4,3	10,1	5,6	16,4	3,9	2,7	55,0	6,4
	Com	11,5	4,5	12,7	4,6	23,4	4,6	4,4	68,0	3,4
60 - 75	Sem	8,8	4,8	13,9	6,8	22,8	2,9	2,8b	36,0	3,9
	Com	8,8	4,5	15,0	5,4	25,8	2,7	9,8a	32,0	4,1

** Médias seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Nesse experimento, não ficou constatada a descida do cátion Ca²⁺ em profundidade, a qual poderia modificar o perfil de distribuição das raízes das plantas, aumentando o volume de solo explorado em água e nutrientes. Observou-se uma maior concentração de potássio na superfície das plantas testemunhas e um maior teor de fósforo nas plantas submetidas a aplicação de 6 t ha⁻¹, na camada de 60 cm a 75 cm de profundidade.

Foram constatadas diferenças significativas no desenvolvimento radicular das plantas apenas nos primeiros 30 cm do perfil do solo. O volume e a área superficial de raízes foram superiores nas profundidades de 0 cm a 15 cm para as plantas que não receberam gesso e de 15 cm a 30 cm para as plantas que receberam 6 t ha⁻¹ deste corretivo de solo (Tabela 4).

Tabela 4. Massa, volume, área superficial e diâmetro médio de raízes aos 30 meses após a aplicação de gesso mineral (6 t ha⁻¹) em coqueiros híbridos naturais. Coruripe, 2015.

Camada do perfil (cm)	Gesso	Volume (mm ³ cm ⁻³)	Área superficial (mm ² cm ⁻³)	Diâmetro médio (mm)
0 - 15	Sem	14,9a	307,4a	1,15a
	Com	8,2b	225,2b	0,90a
15 - 30	Sem	1,4b	57,0b	0,88a
	Com	2,8a	103,2a	0,94a
30 - 45	Sem	1,8a	48,3a	1,04a
	Com	3,1a	33,1a	0,85a
45 - 60	Sem	0,8a	40,7a	0,84a
	Com	1,3a	50,7a	0,90a
60 - 75	Sem	1,4a	47,2a	1,02a
	Com	0,9a	39,0a	0,90a

* *Médias seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Conclusões

A produção de flores femininas por inflorescência aos 12 meses e a produção de frutos aos 27 meses após a aplicação do gesso mineral são maiores nas plantas que recebem gesso mineral na fase inicial de produção do coqueiral.

Os teores foliares de nutrientes e o desenvolvimento das raízes nas camadas mais profundas do solo (de 30 cm a 75 cm) não sofrem alterações em função da aplicação do gesso.

Nas plantas que receberam 6 t ha⁻¹ de gesso mineral, os teores de cálcio e fósforo são superiores nas camadas de 0 cm a 15 cm e de 60 cm a 75 cm do perfil do solo, respectivamente.

Referências

- BARROS, A. H. C.; VAREJÃO-SILVA, M. A. TABOSA, J. N. **Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas**. Maceió: SEAGRI; Recife: Embrapa Solos, 2012. 86 p. Relatório Técnico.
- BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA, L. A. J. Diagnose foliar na cultura do coco. In: PRADO, R. M. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FUNEP, 2014. p. 343-379.
- CASTRO, C. P.; PASSOS, E. E. M.; ARAGÃO, W. M. Fenologia de cultivares de coqueiro-anão nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p.13-19, 2009.
- CINTRA, L. F. D. **Atributos físicos e hídricos de solos cultivados com coqueiro anão verde irrigado no Platô de Neópolis**: resultados de pesquisas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 146).
- DORÉA, T.; MAKOWSKIB, D.; MALÉZIEUXC, E.; MUNIER-JOLAIND, N.; TCHAMITCHIANE, M.; TITTONELL, P. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. **European Journal of Agronomy**, v. 34, p. 197-210, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMONTE, M. N. **El cocotero**: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona: Editorial Blume, 1975. 236 p.

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMONTE, M. N. **The coconut palm**. Berna: Instituto Internacional do Potássio, 1966. 22 p.

OHLER, J. G. **Coconut, tree of life**. Roma: FAO, 1984. 446 p.

OLLANGER, M.; WAHYNI, M. Mineral nutrition and fertilization of the Malayan Dwarf x Wesr African Tall (PB-121-MAWA) hibryd coconut. **Oléagineux**, v. 39, p. 415-416, 1984.

PASSOS, E. E. M. Morfologia do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Serviço de Produção e Informação, 1998. p. 57-64.

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

SILVA, M. C.; GAÍVA, H. N.; PEREIRA, W. E.; ARAGÃO, W. M. Crescimento e florescimento de uma cultivar anã e de quatro híbridos intervarietais de coqueiro, na região não-pantanososa de Poconé-MT. **Agropecuária Técnica**, v. 25, n. 1. p. 13-23, 2004.

SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação. In: FONTES, H. R. F.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. (Ed.). **Coco, produção**: aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 106 p. (Frutas do Brasil, 27). p. 44-52.

USINA CORURUPE AÇÚCAR E ÁLCOOL. **Precipitação pluviométrica mensal (mm) na sede da Usina Coruripe no período de 2013 a 2015**. Coruripe, 2015. Relatório técnico.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; MALAVOLTA, E.; DIA, A. S.; SERRANO, C. G. E. **Uso de gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba: GAPE, 2008. 104 p.