



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – CAMPUS IX  
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DA SOJA (*Glycine max*) CULTIVADA EM  
CASA DE VEGETAÇÃO**

**MÔNICA SILVA DE OLIVEIRA**

**BARREIRAS - BA**

**2018**

MÔNICA SILVA DE OLIVEIRA

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DA SOJA (*Glycine max*) CULTIVADA EM  
CASA DE VEGETAÇÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Agrônoma da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – Campus IX, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr.Sc. Tadeu Cavalcante Reis

**BARREIRAS - BA**

**2018**

Oliveira, Mônica Silva de.

EFEITO DA APLICAÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DA SOJA (*Glycine max*) CULTIVADA EM CASA DE VEGETAÇÃO: / Mônica Silva de Oliveira.-- Barreiras, 2018.

38.

Orientador: Tadeu Cavalcante Reis

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas, 2018

1. Assunto 1: Cal Hidratada. Assunto 2: Correção do Solo. Assunto 3: Oeste da Bahia. Assunto 4: Latossolo.. I. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas.

CDD: 630



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – CAMPUS IX  
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DA SOJA (*Glycine max*) CULTIVADA EM  
CASA DE VEGETAÇÃO**

Aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**AUTORA: MÔNICA SILVA DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: Dr. Sc. TADEU CAVALCANTE REIS**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Tadeu Cavalcante Reis**

Bacharel em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia; Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo; Professor da Universidade do Estado da Bahia - *Campus IX*.

---

**Joaquim Pedro Soares Neto**

Bacharel em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba; Pós-doutorado com Ênfase no Balanço de CO<sub>2</sub> no Sistema Solo-Planta pela Universidad Politécnica de Cartagena; Diretor da Universidade do Estado da Bahia - *Campus IX*.

---

**Heliab Bomfim Nunes**

Bacharel em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia; Mestre em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal do Recôncavo Baiano.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha família e a todos que, de alguma forma, contribuíram para sua realização.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Deus que sempre me concedeu sabedoria, discernimento e força para sempre alcançar meus objetivos.

Aos meus pais José Marques de Oliveira e Ana Terezinha da Silva, pelo importante apoio, incentivo, amor e dedicação que me impulsionam em todas as etapas da minha vida.

A toda minha família, meus avós, tios, tias, primos, primas e parentes.

As minhas amigas e amigos, que sempre me apoiaram e compartilharam de conselhos e momentos de alegria.

Aos meus amigos, em especial os de 2013.1, e colegas de graduação pelas horas de convívio, incentivo e ensinamentos compartilhados.

Ao meu orientador Dr. Tadeu Cavalcante por ter aceitado o convite de ser meu orientador e pela orientação durante a execução do trabalho.

Aos professores e professoras da Universidade do Estado Bahia, que compartilharam dos seus conhecimentos durante esse processo de formação, pelas trocas de saberes e experiências, sou eternamente grata.

A Instituição Universidade do Estado da Bahia pelo acolhimento durante este período e a todos os colaboradores pelos serviços prestados.

Finalmente, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização e sucesso deste trabalho.

## BIOGRAFIA

MÔNICA SILVA DE OLIVEIRA, filha de Ana Terezinha da Silva e José Marques de Oliveira, nasceu em Barreiras, Bahia em 1996. Em Novembro de 2012, concluiu o ensino médio na Escola Monteiro Lobato – Objetivo, e em Março de 2013 iniciou a Graduação do curso de Engenharia Agrônômica na Universidade do Estado da Bahia. De Outubro a Março de 2017, fez estágio extracurricular na Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. De Maio a Agosto de 2017, fez estágio extracurricular na Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. E em Julho de 2018, foi submetida à defesa do Trabalho de Conclusão de Curso a fim de obter o título de Engenheira Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia - *Campus IX*, Barreiras-BA.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização do experimento.....	20
<b>Figura 2.</b> Solos dispostos ao ar.....	22
<b>Figura 3.</b> Solos em suspensão para análise.....	22
<b>Figura 4.</b> Titulação.....	22
<b>Figura 5.</b> Tratamentos em casa de vegetação.....	23
<b>Figura 6.</b> Soja em ponto de desbaste.....	24
<b>Figura 7.</b> Plantas desbastadas.....	25
<b>Figura 8.</b> Primeira avaliação – 20 DAS.....	25
<b>Figura 9.</b> Segunda avaliação – 35 DAS.....	26
<b>Figura 10.</b> Massa Fresca da Raiz (g) (60 - 80 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Diluída (A).....	30
<b>Figura 11.</b> Massa Fresca da Raiz (g) (60 - 80 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Incorporada (B).....	30
<b>Figura 12.</b> Massa Seca da Raiz (g) (80 - 100 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Diluída (A).....	32
<b>Figura 13.</b> Massa Seca da Raiz (g) (80 - 100 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Incorporada (B).....	32

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resultado da análise química e granulométrica do solo de cerrado nativo, coletado em São Desidério - BA.....21
- Tabela 2.** Comparações de médias das Formas de Aplicação de Hidróxido de Cálcio (A e B) em função das variáveis fenológicas da soja, em diferentes DAS (dias após semeadura).....28
- Tabela 3.** Comparação de médias da Massa Fresca da Raiz (g) (MFDR) em função das formas de aplicação de Hidróxido de Cálcio (A e B) nas diferentes profundidades (cm) do perfil do solo.....28
- Tabela 4.** Comparação de médias da Massa Seca da Raiz (g) (MSDR) em função das formas de aplicação de Hidróxido de Cálcio (A e B) nas diferentes profundidades (cm) do perfil do solo.....31

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 A Cultura da Soja.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Acidez do Solo.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Correção do solo .....</b>	<b>177</b>
<b>2.4 Cal Hidratada como corretivo do solo.....</b>	<b>19</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Localização do experimento .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Coleta do solo .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Tratamentos e delineamento experimental .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Condução do experimento.....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Variáveis avaliadas .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.1. Altura de planta.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.2 Diâmetro do caule.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.3. Número de folhas.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.4. Massa fresca da raiz.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.5. Massa seca da raiz.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6 Análise estatística.....</b>	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>

## RESUMO

Os Latossolos predominantemente apresentam uma baixa fertilidade natural e acidez elevada, tanto superficial quanto subsuperficial. O Objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do hidróxido de cálcio sobre as características fenológicas da cultura da soja cultivada num Latossolo do Oeste da Bahia. O Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado foi de uma área de cerrado nativo no Oeste da Bahia, onde foi aberta uma trincheira de 1m<sup>3</sup>, para coleta do solo de forma estratificada em camadas de 20 cm, até os 100 cm do perfil. O experimento foi conduzido em colunas de PVC, no qual o solo obtido foi remontado na mesma ordem do perfil do solo coletado. Os tratamentos foram compostos por um fatorial de 2x5, sendo duas formas de aplicação da cal hidratada (diluída e incorporada) e cinco doses (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 t.ha<sup>-1</sup>), totalizando 10 tratamentos e 40 parcelas. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado. Depois do período de reação da cal hidratada, foi semeada a soja M8349 IPRO, apresentando ampla adaptação geográfica e elevado potencial produtivo. Aos 20 DAS (dias após semeadura) e depois em intervalos de 15 dias até as 65 DAS, foram avaliadas as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca da raiz e massa seca da raiz. As variáveis altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas não apresentaram diferenças significativas quanto as duas formas de aplicação. A massa fresca da raiz apresentou diferenças significativas em todas as profundidades avaliadas, dando destaque para a forma incorporada. Na massa seca da raiz, a camada 0 – 20 cm na forma diluída apresentou melhores resultados, pois é o local de maior reação do produto.

**PALAVRAS CHAVES:** cal hidratada, correção do solo, oeste da Bahia, latossolo.

## ABSTRACT

Latosols predominantly present low natural fertility and high acidity, both superficial and subsurface. The objective of this work was to evaluate the effect of calcium hydroxide on the phenological characteristics of soybean cultivated in a Latosol of the West of Bahia. The Red-Yellow Latosol used was from a native cerrado area in the West of Bahia, where a trench of 1m<sup>3</sup> was opened, to collect the soil in layers of 20 cm, up to 100 cm of the profile. The experiment was conducted in PVC columns, in which the soil obtained was reassembled in the same order as the soil profile collected. The treatments were composed of a factorial of 2x5, with two doses of hydrated lime (diluted and incorporated) and five doses (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10 t.ha<sup>-1</sup>), totaling 10 treatments and 40 plots. The design was completely randomized. After the hydrated lime reaction period, soybean M8349 IPRO was sown, presenting wide geographic adaptation and high productive potential. At 20 DAS (days after sowing) and then at intervals of 15 days until 65 DAS, the variables plant height, stem diameter, leaf number, fresh root mass and root dry mass were evaluated. The variables plant height, stem diameter and number of leaves did not present significant differences in the two forms of application. The fresh root mass showed significant differences in all depths evaluated, highlighting the incorporated form. In the dry mass of the root, the layer 0 - 20 cm in the diluted form presented better results, because it is the place of greater reaction of the product.

**KEYWORDS:** hydrated lime, soil correction, western Bahia, latosol.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma das mais importantes geradoras de riqueza para a região Oeste da Bahia e para o Brasil, sendo cultivada, sobretudo em áreas de Cerrado, onde predominam os Latossolos. Estes sendo caracterizados com uma baixa fertilidade natural dos solos, apresentando elevada acidez, tanto superficial como subsuperficial. Tornando necessário diminuir essa acidez ao longo do perfil do solo, para assim disponibilizar nutrientes para desenvolvimento das culturas.

Assim, para fazer a correção desta acidez, o produto mais utilizado para essa correção é o calcário, que tem como principais componentes o  $\text{CaCO}_3$  e o  $\text{MgCO}_3$ . Estes compostos apresentam uma baixa solubilidade, agindo apenas na camada em que são incorporados, uma vez que a incorporação profunda do calcário nem sempre é possível. Assim, camadas subsuperficiais (abaixo de 20 cm) podem apresentar excesso de alumínio tóxico, mesmo quando tenha sido efetuada uma calagem, impedindo a penetração das raízes. Esse problema pode limitar a produtividade, principalmente nas regiões onde é mais frequente a ocorrência de veranicos, pois as raízes tentam se prolongar para conseguir água e ficam retidas com a toxidez do alumínio presente no solo.

Como também, pode ser feita a aplicação de gesso que diminui a saturação por alumínio nas camadas mais profundas. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundarem no solo. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo, assim não disponibilizando todos os nutrientes.

A Cal Hidratada, composta basicamente por  $\text{Ca(OH)}_2$ , apresenta uma maior solubilidade, logo, possibilitará uma maior incorporação deste produto ao decorrer das camadas do solo, neutralizando a acidez deste e disponibilizando nutrientes, facilitando então o crescimento/desenvolvimento do sistema radicular da soja ao longo de todo o perfil.

Diante da necessidade da correção da acidez do solo em profundidade, como também se tratando de uma importante inovação tecnológica e ter poucos estudos que avaliem o efeito do hidróxido de cálcio sobre as características

fenológicas da soja, objetivou-se avaliar as formas de aplicação (diluída e incorporada) em razão das doses crescentes de hidróxido de cálcio no Latossolo do Oeste da Bahia.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A Cultura da Soja

A Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. Recentemente, vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

A soja apresenta como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia (China e regiões adjacentes) (CHUNG & SINGH, 2008) e a sua disseminação do Oriente para o Ocidente ocorreu através de navegações.

No Brasil, o primeiro relato sobre o surgimento da soja através de seu cultivo é de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Em seguida, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente, em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim, o lugar onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

A implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil possibilitou o avanço da cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptados por meio da incorporação de genes que atrasam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, conferindo a característica de período juvenil longo (KIIHL & GARCIA, 1989).

A estatura das plantas varia, dependendo das condições do ambiente e da variedade (cultivar). A estatura ideal está entre 60 a 110 cm, o que, em lavouras comerciais, pode facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento. O ambiente também influencia sua floração e, conseqüentemente, seu ciclo. A floração da soja responde ao nictoperíodo, ou duração da noite.

A produção de soja alcança recorde de 118 milhões de toneladas, 3,5% superior à safra passada. Na safra atual, 2017/18, o país consolida o 11º aumento consecutivo na área total cultivada com essa oleaginosa. A estimativa é de 35,1

milhões de hectares, sendo 3,6% superior ao cultivado na safra 2016/17 e 69,9% maior do que a safra 2006/07. A área de soja ultrapassou a área de milho total na safra 1997/98 e, desde então, ocupa o primeiro lugar em área semeada no país. Nas últimas 12 safras o Brasil teve um incremento de 14,5 milhões hectares novos de soja, tornando a cultura a protagonista no aumento da área no país. Atualmente corresponde à cerca de 57% da área total semeada com grãos no país (CONAB, 2018).

A colheita próxima do fim confirmou os bons resultados para a cultura que não teve problemas no seu desenvolvimento, atingindo  $3.359 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , muito próxima ao recorde alcançado na safra passada, que foi de  $3.364 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (CONAB, 2018).

## 2.2 Acidez do Solo

A acidez do solo limita a produção agrícola em consideráveis áreas no mundo, em decorrência da toxidez causada por Al e Mn e da baixa saturação por bases (COLEMAN & THOMAS, 1967); razão por que as raízes das plantas não crescem bem em solos ácidos (PAVAN et al., 1982; RITCHEY et al., 1982).

Entre as causas químicas capazes de ocasionar a acidez do solo, destacam-se a água da chuva (dissociação do ácido carbônico -  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), a decomposição de materiais orgânicos (dissociação de prótons de grupamentos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica e de restos culturais), a adição de fertilizantes nitrogenados (ureia, sulfato de amônio, etc.) e a lixiviação de cátions como cálcio, potássio e magnésio (SÁ, 1993; WIETHOLTER, 2000 e 2002). O cultivo do solo, tanto manejado no sistema convencional como no sistema plantio direto, também gera um processo de acidificação, em função de perdas e absorção pelas plantas de cátions básicos, pela mineralização de materiais orgânicos e em função da nitrificação (KAMINSKI, 1974; SÁ, 1993; POTTKER e BEN, 1998; WIETHOLTER, 2002).

Para Kaminski (1989), apesar de não existir um indicador estreitamente associado à fitotoxicidade do Al no solo, o pH é utilizado universalmente para diagnosticar o estado de acidez do solo e indicar a necessidade ou não de calagem. Os métodos para determinação da quantidade de corretivo são, respectivamente, o índice SMP, a saturação por bases da CTC a pH 7,0, a neutralização do Al trocável

e o teor de Ca e de Mg trocáveis do solo (CFS RS/SC, 1995; RAIJ et al., 1996; RIBEIRO et al., 1999; WIETHÖLTER, 2000; SOUSA & LOBATO, 2004).

De acordo com Volkweiss et al (1984), existem grandes diferenças de sensibilidade à acidez dos solos entre as diversas espécies de plantas. De um modo geral, as leguminosas (soja, alfafa, trevo, feijão, etc.) são mais sensíveis à acidez que as gramíneas (arroz, milho, trigo, braquiária, etc.).

Segundo Quaggio (2000), aproximadamente 70% do Brasil é composto por solos ácidos, capazes de reduzir o potencial produtivo das culturas em cerca de 40%. No entanto, grande parte dos solos de cerrado apresentam pH-H<sub>2</sub>O baixo (< 5,5), alta concentração de Al<sup>3+</sup> e baixos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, abrangendo a camada superficial (0–20 cm) e subsuperficial (> 20 cm) (SOUSA & LOBATO, 2004).

### **2.3 Correção do solo**

Corretivos da acidez dos solos são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez dos solos e ainda carrear nutrientes vegetais ao solo, principalmente cálcio e magnésio (ALCARDE, 1992). A correção de todo o perfil de solo se faz necessária para que o sistema radicular das culturas explore maior volume de solo, de modo que a planta absorva água e nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento (NOLLA, 2004).

Para corrigir a acidez dos solos e com isto aumentar os rendimentos das culturas, o homem usa há séculos materiais alcalinos: calcário, cal, conchas moídas, cinzas, etc. No Brasil o corretivo da acidez mais utilizado é o calcário moído, o qual contém principalmente carbonatos de cálcio e de magnésio (VOLKWEISS et al., 1984). No entanto, os maiores benefícios da calagem são obtidos quando esta é associada à aplicação adequada de fertilizantes e às demais práticas agrícolas recomendadas (RIBEIRO et al., 1999).

Alguns trabalhos revelam que o calcário não se movimenta para camadas mais profundas do solo (RITCHEY et al., 1980; PAVAN et al., 1984), enquanto outros mostraram consideráveis aumentos no pH abaixo da região de aplicação do calcário, em áreas de cultivos anuais, preparadas convencionalmente (QUAGGIO et

al., 1993; OLIVEIRA et al., 1997) ou manejadas no sistema plantio direto (OLIVEIRA & PAVAN, 1996; CAIRES et al., 2000), e de cultivos perenes estabelecidos (CHAVES et al., 1984; PAVAN, 1994).

Segundo Pearson (1975), a calagem é uma prática indispensável para a obtenção de alta produtividade em solos ácidos tropicais. Sua importância para a cultura da soja deve-se aos seus efeitos sobre a neutralização da acidez do solo, ao aumento do pH (RAIJ et al., 1977), à redução do alumínio e manganês tóxicos (MASCARENHAS et al., 1982), ao aumento da absorção de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre (QUAGGIO et al., 1993), ou ainda pelo fato de fornecer cálcio e magnésio como nutrientes (MASCARENHAS et al., 1976).

Ainda assim, a calagem, segundo algumas observações, ao invés de provocar degradação da estrutura e compactação dos solos, aumenta a sua porosidade devido à maior quantidade de raízes que se desenvolvem nos solos corrigidos. Com isto, aumenta a taxa de infiltração de água e diminui a enxurrada e a erosão (VOLKWEISS et al., 1984).

A resposta da soja à calagem é bastante conhecida na literatura, quando se trata de cultivo convencional; são vários os trabalhos que mostram aumentos consideráveis da produção devidos à aplicação de calcário (MASCARENHAS et al., 1969; RAIJ et al., 1977; QUAGGIO et al., 1982, 1993).

No sistema de plantio direto, a correção da acidez do solo é realizada mediante distribuição do calcário na superfície, sem incorporação. Recentes trabalhos têm apresentado respostas pouco expressivas da soja à aplicação de calcário na superfície e altas produtividades da cultura (CAIRES et al., 1998; PÖTTKER e BEN, 1998) em solos ácidos, sob plantio direto.

Na revisão feita por Pearson (1975) e nos trabalhos de Nikkelsen et al (1963), Miyasaka et al (1966), Mascarenhas et al (1969, 1974 e 1981), Freitas et al (1971) e Raij et al (1977) foi notado que a cultura da soja responde bem à calagem, pois mostraram aumentos consideráveis na produção de soja devidos à aplicação de calcário. Em geral, esses trabalhos indicam que a soja exige pH ao redor de 6,0 e teores elevados de cálcio e magnésio no solo (QUAGGIO et al, 1982).

Segundo Sousa (1984), o calcário deve ser aplicado, quando possível, 90 dias antes do plantio, para que sua reação com o solo já tenha ocorrido por ocasião

do estabelecimento da cultura. Como na região dos Cerrados é típica a ausência de chuvas no período de maio a setembro, sugere-se a aplicação do calcário no ano agrícola anterior. A incorporação do calcário ao solo, após sua distribuição à lanço, deve ser a mais profunda possível, o que possibilita um maior desenvolvimento do sistema radicular da planta e, conseqüentemente, uma maior absorção de água e de nutrientes do solo.

Após a aplicação do calcário no solo, os seus efeitos benéficos sobre as culturas continuam por vários anos. Este efeito é o que se chama de efeito residual da calagem. Vários estudos têm mostrado que o efeito da calagem é maior do 2º ao 4º ano, tendendo depois a diminuir. Em alguns solos, geralmente arenosos, o efeito da calagem começa a diminuir já a partir do 3º ano, ao passo que em outros, o efeito permanece alto por mais de cinco anos. Como regra geral, pode-se dizer que será necessária uma nova calagem entre três e cinco anos após a primeira. Porém, nesta nova calagem as quantidades de calcário a utilizar são geralmente menores, entre 20 e 50% das utilizadas na primeira (VOLKWEISS et al., 1984).

#### **2.4 Cal Hidratada como corretivo do solo**

Segundo Alcarde (1992), a Cal hidratada agrícola ou cal extinta é um produto obtido industrialmente pela hidratação da cal virgem. Seus constituintes são o hidróxido de magnésio  $Mg(OH)_2$ ; hidróxido de cálcio  $Ca(OH)_2$  e o hidróxido, e se apresenta na forma de um pó fino. Caracteriza-se como base forte por proporcionar liberação mais rápida do OH no solo (ALCARDE, 2005; PRIMAVESI, 2004).

Também denominado cal extinta ou cal hidratada, é produzido pela adição de água à cal virgem. Possui alta solubilidade e capacidade de percolação por camadas profundas do solo. Comumente, a cal hidratada não tem sido usada para fins agrícolas, no que se refere a corretivo de acidez, no entanto, é possível que esses produtos passem a ser mais utilizados, uma vez que novas técnicas de aplicação de corretivos começam a ser estudadas.

A cal hidratada apresenta poder de neutralização da acidez, promovendo características que podem promover uma melhoria nas características químicas do solo, podendo reagir rapidamente com o solo (RODEVAL, ET AL. 2013).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Casa de Vegetação da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – Campus IX, no mês de outubro de 2016 a julho de 2017. A área se localiza no município de Barreiras – Bahia, cujas coordenadas geográficas são: 12°08'655" de latitude Sul, 44°57'827" de longitude Oeste de Greenwich (INMET, 2017) (Figura 1).



**Figura 1.** Localização do experimento. Fonte: Google Maps, 2017.

A área em questão engloba o Bioma Cerrado, região caracterizada por diversos tipos de vegetação, que de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) possui clima tropical sazonal com a estação seca pronunciada de 4 a 6 meses e chuvas anuais de 1.000 – 2.000 mm.

#### 3.2 Coleta do solo

A coleta de solo foi realizada numa área de cerrado nativo, localizado no município de São Desidério - Bahia, sendo o solo classificado, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SiBCS), como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

Neste local foi aberta uma trincheira com área de 1m<sup>3</sup>, em seguida foi coletado o solo de forma estratificada, em cinco profundidades (0-20; 20-40; 40-60; 60-80 e 80-100 cm), sendo análises deformadas de 20 em 20 cm até 100 cm da

camada. O solo coletado foi depositado em sacos de nylon para posterior montagem dos experimentos em casa de vegetação.

Foram separadas amostras de solo de cada camada, estas secas ao ar e peneiradas em malha de 02 mm de diâmetro (Figura 2). Posteriormente foram analisadas, antes da instalação do experimento, nos Laboratórios de Física, Química e Fertilidade do Solo da Universidade do Estado da Bahia – Campus IX (Figuras 3 e 4), conforme a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Apresentando em média um pH ácido de 4,7 e demais resultados da análise do solo explanados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da análise química e granulométrica do solo de cerrado nativo, coletado em São Desidério - BA. Barreiras – Ba, 2017.

<b>Profundidade</b> (m)	<b>pH<sub>(H2O)</sub></b> .. 1:1 ..	<b>Ca</b> .....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	<b>Mg</b> .....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	<b>H+Al</b> .....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	<b>Al</b> .....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	<b>P</b> ..mg dm <sup>-3</sup> ..	<b>K</b> .....mg dm <sup>-3</sup> .....	<b>V%</b>	<b>CTC</b>
<b>0,0 – 0,2</b>	4,77	0,15	0,11	3,5	0,6	0,12	0,60	19,72	4,36
<b>0,2 – 0,4</b>	4,77	0,05	0,24	3,2	0,6	0,06	0,34	16,32	3,86
<b>0,4 – 0,6</b>	4,84	0,05	0,19	3,0	0,5	0,07	0,07	9,36	3,31
<b>0,6 – 0,8</b>	4,59	0	0,17	2,7	0,5	0,02	0,07	8,16	2,94
<b>0,8 – 1,0</b>	4,56	0	0,15	2,7	0,5	0,04	0,02	5,92	2,87

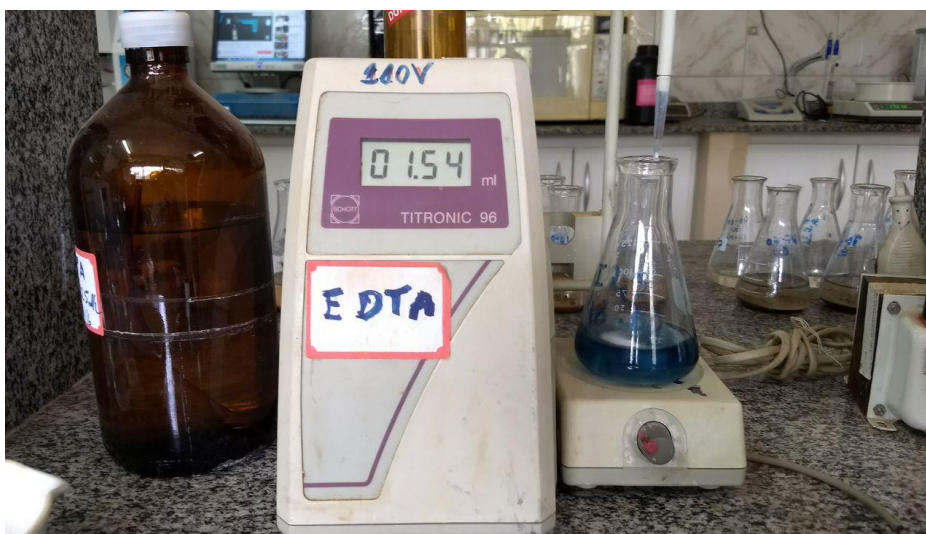
<b>Profundidade</b> (m)	<b>Areia</b> ..... (%) .....	<b>Silte</b> ..... (%) .....	<b>Argila</b>
<b>0,0 – 0,2</b>	85,15	6,67	8,18
<b>0,2 – 0,4</b>	85,69	1,74	12,57
<b>0,4 – 0,6</b>	82,71	8,39	8,90
<b>0,6 – 0,8</b>	83,21	5,12	11,67
<b>0,8 – 1,0</b>	81,00	5,43	13,57



**Figura 2.** Solos dispostos ao ar. (Foto: Oliveira, M.S.) Barreiras – Ba, 2017.



**Figura 3.** Solos em suspensão para análise. (Foto: Cunha, W.S.) Barreiras – Ba, 2017.



**Figura 4.** Titulação. (Foto: Cunha, W.S.) Barreiras – Ba, 2017.

### 3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Após resultado da análise química e granulométrica do solo, Os tratamentos foram compostos de colunas de PVC de 15 cm de diâmetro e 120 cm de altura e preenchidos com o solo obtido em coleta, sendo remontados na mesma ordem de acordo com o perfil do solo em que foram coletados. Tendo o fundo do tubo de PVC revestido de tela vazada, para possibilitar a drenagem da água. Os tratamentos foram alocados na casa de vegetação numa área total de 10m<sup>2</sup> (Figura 5).



**Figura 5.** Tratamentos em casa de vegetação. (Foto: Oliveira, M.S.) Barreiras – Ba, 2017.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 02 x 05, com 04 repetições, sendo duas formas de aplicação (diluída e incorporada) e cinco doses de  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 t/ha), equivalentes a PRNT de 100%, no total de 10 tratamentos e 40 parcelas.

### 3.4 Condução do experimento

Inicialmente, 90 dias antes da semeadura foi realizada a aplicação do  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  nas parcelas, sendo um de forma sólida (incorporada) na camada de 0 – 20 cm, e outro de forma diluída (água destilada), para que houvesse a incorporação do produto com o solo, recebendo reposição de água diária. Após o período de reação do produto, foi realizado a semeadura com as sementes de soja da cultivar

M8349 IPRO, sendo 04 sementes por parcela, na profundidade de aproximadamente 01 cm. A cultivar escolhida apresenta alta estabilidade, vigor e adaptabilidade à região.

Aos 07 DAS (dias após semeadura) foi realizado o desbaste, retirando as plantas menores, deixando no recipiente apenas uma planta, sendo esta a mais vigorosa (Figura 6 e 7). Sendo sempre ofertada irrigação diária de forma manual procurando-se manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.



**Figura 6.** Soja em ponto de desbaste. (Foto: Cunha, W.S.) Barreiras – Ba, 2017.



Figura 7. Plantas desbastadas. (Foto: Cunha, W.S.) Barreiras – Ba, 2017.

### 3.5 Variáveis avaliadas

Foram avaliadas nos 20 DAS (dias após sementeira) (Figura 8), depois em intervalos de 15 dias até os 65 DAS (dias após sementeira) (Figura 9).



Figura 8. Primeira avaliação – 20 DAS. (Foto: Cunha, W.S.) Barreiras – Ba, 2017.



**Figura 9.** Segunda avaliação – 35 DAS. (Foto: Cunha, W.S.) Barreiras – Ba, 2017.

### **3.5.1. Altura de planta**

Foi realizada com auxílio de uma fita métrica graduada na escala 1:100. Para a leitura foi medido o comprimento do colo ao final da haste principal da planta.

### **3.5.2. Diâmetro do caule**

O diâmetro do caule foi obtido através da leitura com auxílio de um paquímetro.

### **3.5.3. Número de folhas**

Foram computadas identificando visualmente o número total de folhas definitivas de cada planta.

### **3.5.4. Massa fresca da raiz**

As raízes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g.

### **3.5.5. Massa seca da raiz**

As raízes foram acondicionadas em sacos de papel, e posteriormente levadas à estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 65°C por 72 horas. Após esse período, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g.

### **3.6 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e em seguida as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico ASSISTAT 7.7. A análise de regressão foi aplicada aos tratamentos do fator quantitativo, considerando-se coeficientes de determinação iguais ou superiores a 70%.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias apresentadas na Tabela 2 não indicou diferença significativa nas variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) em função das formas de aplicação Diluída (A) e Incorporada (B), em épocas de avaliação distintas.

**Tabela 2.** Comparações de médias das Formas de Aplicação de Hidróxido de Cálcio (A e B) em função das variáveis fenológicas da soja, em diferentes DAS (dias após semeadura). Barreiras – Ba, 2017.

Época de avaliação	Formas de Aplicação	Variáveis fenológicas		
		AP (cm)	DC (mm)	NF
20 DAS	Diluída (A)	16,05 a	2,37 a	3,60 a
	Incorporada (B)	16,02 a	2,30 a	3,80 a
	d.m.s.	0,84	0,23	0,30
35 DAS	Diluída (A)	34,15 a	3,67 a	6,60 a
	Incorporada (B)	35,80 a	3,57 a	6,95 a
	d.m.s.	1,91	0,33	0,46
50 DAS	Diluída (A)	44,40 a	4,12 a	7,75 a
	Incorporada (B)	45,93 a	4,10 a	8,00 a
	d.m.s.	1,90	0,32	0,75
65 DAS	Diluída (A)	54,57 a	4,75 a	9,55 a
	Incorporada (B)	55,95 a	4,62 a	10,20 a
	d.m.s.	2,32	0,34	1,05

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Altura da Planta (AP), Diâmetro do caule (DC) e Número de folhas (NF).

Já as médias da massa fresca da raiz (MFDR) apresentou diferença significativa entre as formas de aplicação Diluída (A) e Incorporada (B) nas diferentes profundidades do perfil analisado, assim como ilustrado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Comparação de médias da Massa Fresca da Raiz (g) (MFDR) em função das formas de aplicação de Hidróxido de Cálcio (A e B) nas diferentes profundidades (cm) do perfil do solo. Barreiras – Ba, 2017.

Formas de Aplicação	Profundidade (cm)				
	0 – 20	20 - 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100
Diluída (A)	1,36150 a	0,28100 b	0,17850 b	0,09400 b	0,08500 b
Incorporada (B)	1,08500 b	0,33150 a	0,22600 a	0,12200 a	0,19750 a
d.m.s.	0,03455	0,01692	0,01489	0,00987	0,04205

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3, a forma Diluída (A) apresentou 68% de massa fresca da raiz concentrada na profundidade 0 – 20 cm, em contrapartida a forma Incorporada (B) apresentou apenas 55% de massa fresca da raiz na mesma profundidade. Essa maior porcentagem de concentração de massa fresca da raiz da forma Diluída (A) se explica pelo fato da aplicação da cal hidratada se reter nos primeiros 20 cm da camada do solo, não conseguindo alcançar as posteriores camadas, e assim proporcionando um ambiente mais favorável somente na camada de sua aplicação.

Na sequência, a profundidade 20 – 40 cm na forma Diluída (A) apresentou menor porcentagem, cerca de 14%, em relação a forma Incorporada (B) que comportou cerca de 16% da massa fresca da raiz. Na profundidade 40 – 60 cm, a forma Diluída (A) apresentou 8%, em relação à forma incorporada (B) que concentrou cerca de 11% da massa fresca da raiz.

As seguintes camadas tiveram o mesmo comportamento das duas camadas anteriores, na qual a camada 60 – 80 cm na forma Diluída (A) apresentou somente 4,7% de massa fresca da raiz massa fresca da raiz, contra 6,22% na forma Incorporada (B). E a camada 80 – 100 cm concentraram apenas 4,25% da forma Diluída (A), enquanto a forma Incorporada (B) apresentou cerca de 10,07% de massa fresca da raiz.

De acordo com Centurion & Centurion (1993), as limitações dos Latossolos referem-se mais às propriedades químicas. Logo, observando os dados da Tabela 3, a forma Incorporada (B) conseguiu e atingir as camadas mais profundas do perfil do solo quando comparado à forma de aplicação (A). Pois, neutralizou o pH e disponibilizou nutrientes suficientes para crescimento das raízes da soja, proporcionando assim uma maior porcentagem de massa fresca da raiz nas camadas posteriores as 20 – 40 cm.

Diante da Figura 13, foi encontrada por meio da derivada da polinomial a dose mínima de  $3,6 \text{ t.ha}^{-1}$  como dose recomendada para a variável massa fresca da raiz (MFDR) na forma Diluída (A) na profundidade 60 – 80 cm.

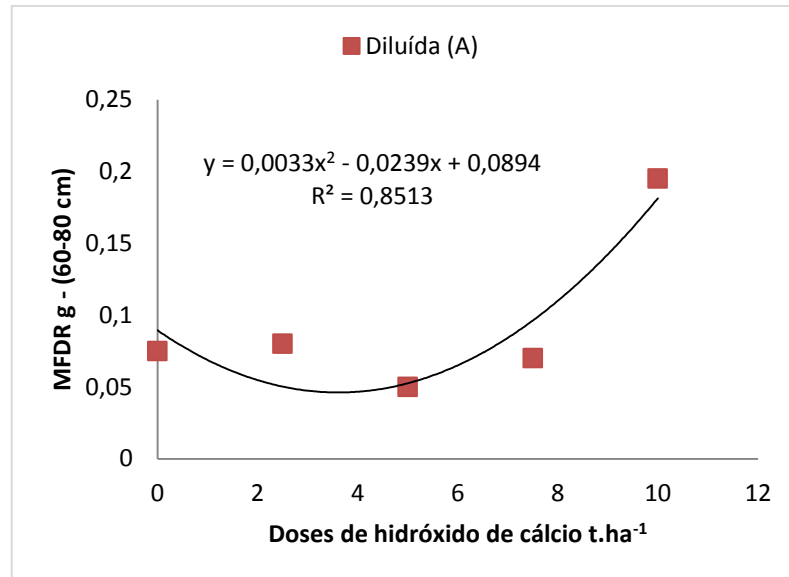


Figura 10. Massa Fresca da Raiz (g) (60 - 80 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Diluída (A).

Diferente da forma Diluída (A), na forma Incorporada (B) foi encontrada a dose mínima de 2,16 t.ha<sup>-1</sup> como dose recomendada para a variável massa fresca da raiz (MFDR) na profundidade 60 – 80 cm, assim como ilustra a Figura 14.

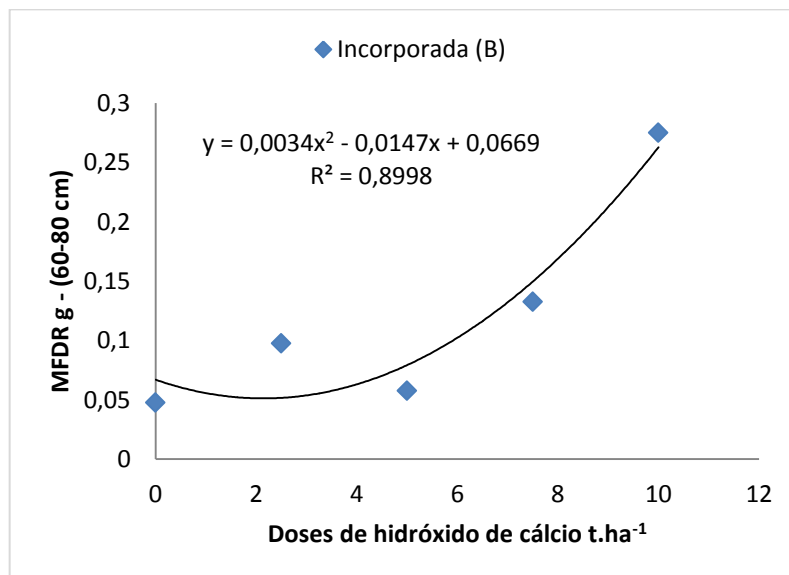


Figura 11. Massa Fresca da Raiz (g) (60 - 80 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Incorporada (B).

As médias da massa seca da raiz (MSDR) apresentou diferença significativa entre as formas de aplicação (A) e (B) apenas nas profundidades 0 – 20, 20 – 40 e 80 – 100 cm do perfil do solo, assim como ilustra a Tabela 4.

**Tabela 4.** Comparação de médias da Massa Seca da Raiz (g) (MSDR) em função das formas de aplicação de Hidróxido de Cálcio (A e B) nas diferentes profundidades (cm) do perfil do solo. Barreiras – Ba, 2017.

Formas de Aplicação	Profundidade (cm)				
	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100
<b>Diluída (A)</b>	1,15650 a	0,23100 b	0,23450 a	0,08600 a	0,07100 b
<b>Incorporada (B)</b>	0,92750 b	0,24850 a	0,16750 a	0,08000 a	0,11300 a
<b>d.m.s.</b>	0,04581	0,01737	0,09446	0,03678	0,01153

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 4, a forma Diluída (A) apresentou 65% de massa seca da raiz concentrada na profundidade 0 – 20 cm, em contrapartida a forma Incorporada (B) apresentou apenas 60% de massa seca da raiz na mesma profundidade. Essa maior porcentagem de concentração de massa seca da raiz da forma Diluída (A) também se explica pelo fato da aplicação da cal hidratada se reter nos primeiros 20 cm da camada do solo, não conseguindo alcançar as posteriores camadas, e assim proporcionando um ambiente mais favorável somente na camada de sua aplicação.

Na sequência, a profundidade 20 – 40 cm na forma Diluída (A) apresentou menor porcentagem, cerca de 12%, em relação a forma Incorporada (B) que comportou cerca de 16% da massa seca da raiz.

Já nas profundidades 40 – 60 cm e 60 – 80 cm não houve diferenças significativas entre as formas de aplicação (A) e (B).

A camada 80 – 100 cm concentraram apenas 4% na forma Diluída (A), enquanto a forma Incorporada (B) apresentou cerca de 7% de massa seca da raiz. Ressaltando a ideia de que a forma Incorporada (B) conseguiu descer o longo do perfil do solo, e assim neutralizar o pH e disponibilizar nutrientes suficientes para o crescimento das raízes naquela camada.

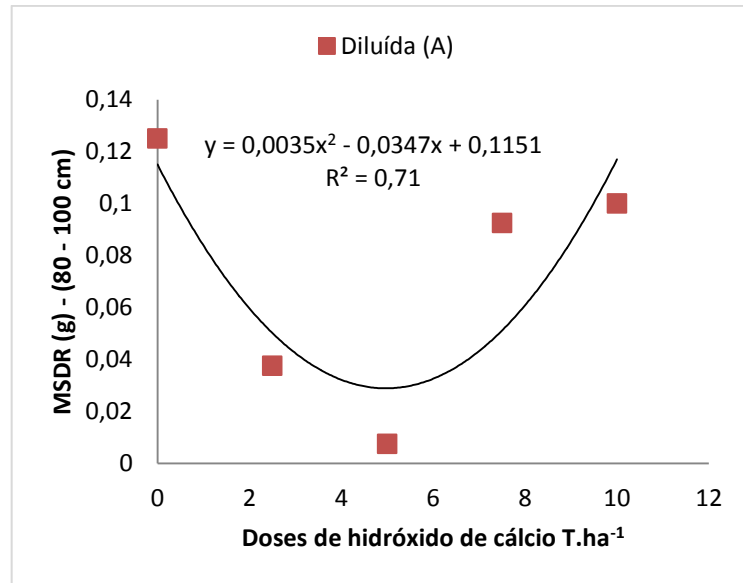


Figura 12. Massa Seca da Raiz (g) (80 - 100 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Diluída (A).

Diante da Figura 15, foi encontrada por meio da derivada da polinomial a dose mínima de 4,9 t.ha<sup>-1</sup> como dose recomendada para a variável massa seca da raiz (MSDR) na forma Diluída (A) na profundidade 80 – 100 cm.

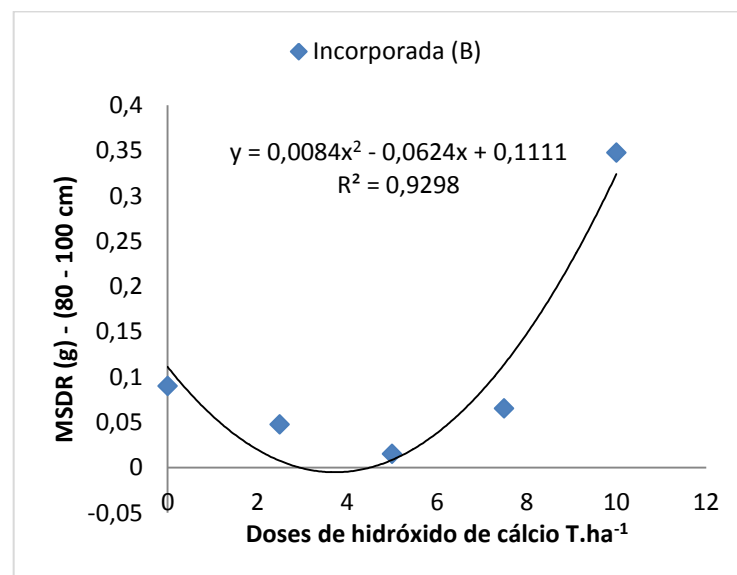


Figura 13. Massa Seca da Raiz (g) (80 - 100 cm) em função das doses crescentes de Hidróxido de Cálcio na forma de aplicação Incorporada (B).

Já na Figura 16, foi encontrada por meio da derivada da polinomial a dose mínima de 3,7 t.ha<sup>-1</sup> como dose recomendada para a variável massa seca da raiz (MSDR) na forma Incorporada (B) na profundidade 80 – 100 cm.

A quantidade e a extensão das raízes que se desenvolvem em cada condição ambiental está diretamente relacionada com as características físicas e químicas do solo, com os fatores genéticos das plantas, com o balanço da relação entre a parte aérea e a parte radicular, com o manejo do solo e com as práticas culturais adotadas (COSTA et al., 1999; JOHN et al., 2002; HERTEL et al., 2003). Logo, o crescimento de raízes foi favorável por conta da condição da estrutura do Latossolo de textura média e das condições químicas que foram corrigidas pela aplicação do hidróxido de cálcio.

## 5. CONCLUSÃO

Não houve diferença significativas das formas de aplicação Diluída ou Incorporada nas variáveis altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas, em quaisquer que sejam as épocas de avaliação.

Por outro lado a variável massa fresca da raiz, em função das duas formas de aplicação, teve diferença significativa em todas as profundidades, dando destaque para a forma de aplicação Incorporada que atingiu as camadas 40 – 60, 60 – 80 e 80 – 100 cm.

A forma de aplicação Diluída somente teve significância na camada de 0 – 20 cm, em ambas as variáveis das massas das raízes.

As doses mínimas de hidróxido de cálcio na massa fresca da raiz, na camada de 60 – 80 cm, entre a forma diluída e incorporada, foram entre 3,6 t.ha<sup>-1</sup> e 2,16 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

As doses mínimas de hidróxido de cálcio na massa seca da raiz, na camada de 80 – 100 cm, entre a forma diluída e incorporada, foram entre 4,9 t.ha<sup>-1</sup> e 3,7 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, J.C. **Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo.** Simpósio sobre “Acidez e Calagem”, XV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 1983, p. 11-22, Campinas-SP.
- ALCARDE, José Carlos. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas.** São Paulo: ANDA, 1992. 9p.
- BLACK, R. J. **Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva.** In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000.
- BONETTI, L. P. **Distribuição da soja no mundo : origem, história e distribuição.** In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas : ITAL, p. 1-6, 1981.
- CAIRES, E.F. & FONSECA, A.F. **Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície.** *Bragantia*, 59:213-220, 20.
- CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. **Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, n.1, p.27-34, 1998.
- CAIRES, E.F; FONSECA, A.F. **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas:** Absorção de nutrientes pela soja cultivada no Sistema de Plantio Direto em função da calagem na superfície. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/brag/v59n2/a13v59n2.pdf>>. Acesso em 24 de setembro de 2017.
- CENTURION, M.A.P.C. & CENTURION, J.F. **Cultura da seringueira.** Jaboticabal, FUNDUNESP/SEBRAE, 1993. 48p.
- CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A. & IGUE, K. **Resposta do cafeeiro à calagem.** *Pesq. Agropec. Bras.*, 19:573-582, 1984.
- CHUNG, G.; SINGH, R.J. **Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach.** *Critical Reviews in Plant Sciences*, Boca Raton, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.
- COLEMAN, N.T. & THOMAS, G.W. **The basic chemistry of soil acidity.** In: PEARSON, R.W. & ADAMS, F., eds. *Soil acidity and liming.* Madison, American Society of Agronomy, 1967. p.1-41.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - CFS RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 3.ed. Passo Fundo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, Embrapa/CNPT, 1995. 224p.

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, v. 5 - Safra 2017/18, n.9.** Brasília: CONAB, 2018.
- COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura.** Química Nova, v.23, p. 4, 2000.
- COSTA, A.; ROSOLEM, C.A.; TORRES, H. **Distribuição de raízes de leguminosas em função de alterações nas características químicas e físicas em solos do Paraná.** In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E ESTUDOS DE CASOS, 1999, Aracajú Anais... Aracajú, 1999. p.191-202.
- EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: Região Central Do Brasil 2011.** Londrina, 2010. 255p. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/download/Sistema\\_Producao14\\_VE.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/Sistema_Producao14_VE.pdf)>. Acesso em 20 de setembro de 2017.
- FREITAS, M. C. M. **A Cultura da Soja no Brasil: O Crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola.** Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>. Acesso em 21 de setembro de 2017.
- HERTEL, D.; LEUSCHNER, C.; HÖLSCHER, D. **Size and structure of fine root systems in old-growth and secondary tropical montane forests (Costa Rica).** Biotropica, v.35, n.2, p.143-153, 2003.
- INMET. **Monitoramento climático.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em 19 de setembro de 2017.
- JOHN, B.; PANDEY, H.N.; TRIPATHI, R.S. **Decomposition of fine roots of Pinus Kesiya and turnover of organic matter, N and P of coarse and fine pine roots and herbaceous roots and rhizomes in subtropical pine forest stands of different ages.** Biology and Fertility of Soils, v.35, p.238-246, 2002.
- KAMINSKI, J. **Acidez do solo e a fisiologia das plantas.** In KAMINSKI, J.; VOLKWEISS, J. & BECKER, F.C. SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2., Santa Maria, 1989.
- KAMINSKI, J. **Fatores de acidez e necessidade de calcário em solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 1974. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS.
- KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. **The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars.** In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., p. 994-1000, 1989.

- MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; BATAGLIA, O.C.; BULISANI, E.A.; FEITOSA, C.T. & HIROCE, R. **Efeito do corretivo sobre soja cultivada em solo de cerrado contendo Al e Mn.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. Anais. Londrina, EMBRAPA - CNPSo, 1982. p.567-573.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, R.N.; BULISANI, E.A.; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Efeito do corretivo sobre a soja cultivada em um solo de cerrado contendo Al e Mn.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, 1981. Brasília, DF. (Resumo p. 171).
- MASCARENHAS, H.A.A.; et al. **Efeitos da calagem nas características químicas do solo e na nutrição de soja em Latossolo Roxo distrófico.** *Bragantia*, Campinas, v.35, p.273-278, 1976.
- MASCARENHAS, H.A.A.; KIIHL, R.A.S.; MIYASAKA, S.; SORDI, G. **Efeitos da calagem aplicada de uma só vez ou parcelada, na produção de soja.** *Bragantia* 33: LVII – LVX, 1974.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T.; FREIRE, E.S; SORDI, G. **Resposta da soja à calagem e adubação mineral com fósforo e potássio em solo Latossolo Roxo.** *Bragantia* 28: XVII - XXI, 1969.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; ABRAMIDES, E. **Adubação da soja.** IV – Estudo preliminar sobre maneiras de efetuar a calagem com calcário dolomítico e cal extinta. *Bragantia* 25: 223-231, 1966.
- NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Árvore do Conhecimento: Características da Soja.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html)>. Acesso em 19 de setembro de 2017.
- NIKKELSEN, D.S.; FREITAS, L.M.; McCLUNG, A.S. **Efeitos da calagem e adubação na produção de algodão, milho e soja em três solos de campo de cerrado.** São Paulo, Instituto de Pesquisa IRI, 1963. 48p. (Boletim 29).
- NOLLA, A. **Correção da acidez do solo com silicatos.** In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3.,Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM.
- OLIVEIRA, E.L. & PAVAN, M.A. **Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production.** *Soil Till. Res.*, 38:47-57, 1996.
- OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S. & COSTA, A. **Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho-Escuro álico, à calagem.** *R. Bras. Ci. Solo*, 21:65-70, 1997.
- OLIVEIRA, M. **A evolução da produtividade no Cerrado.** Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/160/a-evolucao-da-produtividade-no-cerrado>>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

- PAVAN, M.A. **Movimentação de calcário no solo através de técnicas de manejo da cobertura vegetal em pomares de macieira.** R. Bras. Frutic., 16:86-91, 1994.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.F. **Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminum following lime and gypsum applications to a Brazilian Oxisol.** Soil Sci. Soc. Am. J., 48:33-38, 1984.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.F. **Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO<sub>3</sub> and CaSO<sub>4</sub>.** Soil Sci. Soc. Am. J., 46:1201-1207, 1982.
- PEARSON, R.W. **Soil acidity and liming in the humid tropics.** Cornell, International Agriculture, 1975. 66p. (Bulletin, 30).
- PÖTTKER, D.; BEN, J. R. **Calagem em solos sob plantio direto e em campos nativos do Rio Grande do Sul.** In: NUERNBERG, N. J. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. Lages: SBCS/NRS, p. 77-92, 1998.
- PÖTTKER, D.; BEN, J.R. **Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, n.4, p.675-684, 1998.
- PRIMAVESI, A.C. **Características de corretivos agrícolas.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 28p. Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 37.
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais.** Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2000.
- QUAGGIO, J. A.; MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C. Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em latossolo roxo distrófico de cerrado. II. Efeito residual. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, n. 2, p. 111-124, 1982.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; GALLO, P.B. & MASCARENHAS, H.A.A. **Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso e lixiviação de íons no perfil do solo.** Pesq. Agropec. Bras., 28:375-383, 1993.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Extractable phosphorus availability indexes as affected by liming.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v.21, p.1267-1276, 1990.
- RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.
- RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem no Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas, Instituto Agrônômico, 1996. 300p. (Boletim Técnico, 100)

- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, S.E. & COSTA, V.F. **Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols**. Soil Sci., 133:378-382, 1982.
- RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. & CORREA, O. **Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol**. Agron. J., 72:40-44, 1980.
- RODEVAL, F.L. MOTTA, A.C. MAFTUM F.G.E. BENEDETTI L. E. BRONDANI, E.G. DIONISIO, A.J. GABARDO, J. PIMENTEL, C. I. VICENTE, A.V. **Resíduo líquido da indústria de enzimas e sua interação solo-plantas**. Revista Ciência Agrária Ambiental, v. 11, 65-73, 2013.
- SÁ, J. C. de M. **Manejo da Fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993.
- SOUSA, D. M. G. **Calagem e adubação para cultura da soja nos Cerrados**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 1984. 9p.
- SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. 416p.
- VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **A calagem dos solos ácidos: prática e benefícios**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1984.
- WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil**. Passo Fundo, Embrapa-CNPT, 2000. 104p.
- WIETHOLTER, S. **Revisão das recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. IN: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO 4, Resumos. CD-ROM, UFRGS, Porto Alegre, 2002b.