



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

FRANCIELE NERIS BARBOSA

**A INFLUÊNCIA DA TOXICIDADE DO ALUMÍNIO PRESENTE NO
SOLO NA PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO E SOJA**

**ASSIS - SP
2017**

FRANCIELE NERIS BARBOSA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação.

Orientadora: Me. Flávia Augusta Marquezini

Área de Concentração: Química

**Assis/SP
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

BARBOSA, Franciele Neris.

A influência da toxicidade do alumínio presente no solo na produtividade de feijão e soja/ Franciele Neris Barbosa. Assis, 2017.

54p

Trabalho de Conclusão de Curso (Química). Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2017.

Orientadora: Me. Flávia Augusta Marquezini

1.Toxicidade do Alumínio. 2. Acidez. 3. Soja e Feijão.

CDD: 660
Biblioteca da Fema

A INFLUÊNCIA DA TOXICIDADE DO ALUMÍNIO PRESENTE NO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO E SOJA

FRANCIELE NERIS BARBOSA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientadora: Me. Flávia Augusta Marquezini

Examinadora: Dra. Rosângela Aguilár da Silva

ASSIS/ SP
2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha mãe Maria Helena por estar sempre ao meu lado me apoiando e incentivando a não desistir nas horas difíceis. E também aos profissionais da química que de forma geral contribuíram com seus conhecimentos.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me sustentado e dado força para eu alcançar mais uma vitória.

A minha família pelo carinho, amor, paciência, por ter confiado e acreditado em mim e também por ter me dado força e auxiliar nas horas mais difíceis.

Agradeço a minha orientadora professora Me Flávia Augusta Marquezini, pela orientação, paciência e principalmente pela sua dedicação. Muito obrigada por fazer parte deste momento tão importante de realização pessoal em minha vida.

Agradeço aos meus amigos que conheci ao longo do curso e em especial à família Zardetto do Laboratório de Análises de solo Agrolab, por ter colaborado na execução desse trabalho.

“A felicidade é a conquista do sucesso interior. Sentir-se realizado, feliz, amado e próspero é uma ambição natural de todos nós. Ainda, só conseguiremos chegar ao topo, se tivermos o otimismo audacioso de confiar nos poderes do invisível. Sob a proteção amor do Universo, seguiremos para frente sem medo de viver.”

Zíbia Gasparetto

RESUMO

O solo é constituído por quatro fases: sólida, líquida, gasosa e biológica. A relação destas fases torna possível o desenvolvimento de plantas e vegetais que retiram os nutrientes necessários e retém água para o seu crescimento. O alumínio tóxico é um fator limitante de grande importância na produção de grãos nas regiões do Brasil. O principal efeito da toxidez é a redução da taxa de crescimento radicular das plantas, a inibição do alongamento do eixo principal e a divisão celular. Essa restrição minimiza a capacidade da planta de adquirir água e nutrientes do subsolo, devido ao enraizamento superficial. Visto que o excesso de alumínio no solo é prejudicial para as plantas, um modo de reduzir esse efeito é usando corretivos de acidez como calcário e adubo. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade do alumínio presente no solo como limitante de produtividade do feijão e soja através de experimento e análise, foram feitas análises de macro nutrientes, no laboratório de análises de solo, em uma terra da cidade de Campos Novos Paulista. Obteve-se como resultado um pH muito baixo de 3,9 e valor muito alto de alumínio (17 mmol/dm^3). Esses valores são considerados muito alto para se produzir tanto a soja como o feijão. Devido a esses valores foi utilizado calcário e adubo para corrigir esse solo. Portanto, conclui que se um solo possuir valor muito alto de alumínio, torna-se mais difícil a correção e a produção de alguma cultura.

Palavra chaves: Toxicidade do Alumínio; Acidez; Soja e Feijão.

ABSTRACT

The soil consists of four phases: solid, liquid, gaseous and biological. The relationship of these phases makes possible the development of plants and plants that extract the necessary nutrients and retain water for their growth [1]. Toxic aluminum is a limiting factor of great importance in the production of grains in the regions of Brazil. The main effect of toxicity is the reduction of the root growth rate of plants, inhibition of the main axis elongation and cell division. This restriction minimizes the plant's ability to acquire water and nutrients from the subsoil due to surface rooting [2]. Since too much aluminum in the soil is harmful to plants, one way to reduce this effect is by using acid correctives such as lime and fertilizer. The objective of this work was to evaluate the toxicity of the aluminum present in the soil as a limitation of the bean and soybean productivity through experiment and macro nutrient analysis. In this work, macro nutrient analyzes were carried out in a soil analysis laboratory in a land of the city of Campos Novos Paulista. A very low pH of 3.9 and very high aluminum (17 mmol / dm³) was obtained as a result. These values are considered too high to produce both soy and beans. Due to these values limestone and fertilizer were used to correct this soil. Therefore, it concludes that if a soil has a very high value of aluminum, it becomes more difficult to correct and produce some culture.

Keywords: Aluminum Toxicity; Acidity; Soy and Beans.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Relação entre pH e disponibilidade de nutrientes no solo	12
Figura 02: Avaliação da fertilidade do solo	13
Figura 03: Reação de dissociação do gás carbono	17
Figura 04: Reação de formação do carbono	17
Figura 05: Reação de hidrólise do alumínio	17
Figura 06: Processo de lixiviação	18
Figura 07: Aplicação de calcário	19
Figura 08: Adubo orgânico	21
Figura 09: Adubo inorgânico	22
Figura 10: Obtenção do transgênico	24
Figura 11: Vasos com adição de adubo e calcário 1º dia	36
Figura 12: Plantio de feijão e soja após 3 meses da adição do calcário.....	36
Figura 13: Após 3 meses e duas semanas	37
Figura 14: Após 5 meses	37
Figura 15: Crescimento do feijão.....	42
Figura 16: Crescimento da soja.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Comparação terra do experimento x terra com adubo.....	39
Gráfico 02: Comparação terra do experimento x terra com calcário.....	40
Gráfico 03: Comparação terra do experimento x terra com adubo e calcário.....	41
Gráfico 04: Comparação de um solo que produz feijão e soja.....	41

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
2.SOLO	11
2.1 NUTRIENTES MINERAIS DO SOLO.....	11
2.2 ÍONS DO SOLO E CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC).....	12
2.3 ENXOFRE NO SOLO.....	14
3. ALUMÍNIO.....	15
3.1 TOXIDEZ DO ALUMÍNIO NAS PLANTAS	15
3.2 DEFINIÇÃO DE ACIDEZ NO SOLO	16
4. CALAGEM	19
4.1 CALCÁRIO	20
5. ADUBO	21
6. SOJA.....	23
7. FEIJÃO.....	25
8. ACIDEZ DO SOLO APLICADO AO ENSINO MÉDIO	26
8.1 MATERIAIS	26
8.2 MÉTODO.....	27
9. MATERIAS E METÓDOS.....	28
9.1 MATERIAIS	28
9.2.1 AMOSTRAGEM	29
9.3 DETERMINAÇÕES	30
9.3.1PROCEDIMENTO DE DETERMINAÇÃO DO POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO.....	30
9.3.2 DETERMINAÇÃO DO pH EM CaCl ₂	31
9.3.3 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ COM SOLUÇÃO- TAMPÃO SMP.....	31
9.3.3.1 DETERMINAÇÃO DA SOLUÇÃO – TAMPÃO SMP EM pH 7,0	31
9.3.3.2. PROCEDIMENTO ANALÍTICO.....	32
10. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
10.1 CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DE CALCÁRIO E ADUBO	35
11.CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

1.INTRODUÇÃO

O solo é constituído por quatro fases: sólida, líquida, gasosa e biológica. A relação destas fases torna possível o desenvolvimento de plantas e vegetais que retiram os nutrientes necessários e retém água para o seu crescimento (KLANT; MEURER, 2000).

O solo é uma camada superficial da terra, que contém matéria orgânica e minerais que são capazes de sustentar todos os tipos de plantas, podendo sofrer intemperismo (AZEREDO, 2012).

O intemperismo é o processo de transformação e desgaste das rochas e dos solos, através de processos químicos, físicos e biológicos. Uma das formas que pode acontecer é a partir da ação dos agentes exógenos, que são os elementos naturais que alteram as formas superficiais do solo com processos externos, como a água, o vento, a temperatura e os seres vivos. (PENA, 2016).

A lixiviação é um processo frequente nos solos das regiões tropicais e equatoriais, pois nesses locais as chuvas são mais abundantes e intensas. As enxurradas provocadas pelas precipitações carregam os materiais superficiais do solo para as áreas mais baixas, justamente por isso, esse processo é mais significativo nas regiões de maior inclinação da superfície (RIBEIRO, 2017). A água "lava" os solos, carregando os nutrientes disponíveis para o lençol freático e para os cursos d'água, e assim favorece o empobrecimento e aumento da acidez do solo (EDCHART, MOLINA, 2001).

O alumínio é um fator limitante de grande importância na produção de grãos nas regiões do Brasil. O principal efeito da toxidez é a redução da taxa de crescimento radicular das plantas, a inibição do alongamento do eixo principal e a divisão celular. Essa restrição minimiza a capacidade da planta de adquirir água e nutrientes do subsolo, devido ao enraizamento superficial (FERREIRA; MOREIRA; RASSINI, 2006). Visto que o excesso de alumínio no solo é prejudicial para as plantas, um modo de reduzir esse efeito é usando corretivos de acidez como calcário e adubo.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o excesso de alumínio presente no solo, como limitante na produtividade do feijão e soja por meio da realização de análises de macro nutrientes.

2.SOLO

É formado através da decomposição de rochas, devido a um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, chamados de intemperismo. Dentre os processos físicos capazes de pulverizar uma rocha estão: o atrito entre as partículas do solo, o vento, entre outros. Já a atuação da água, de ácidos e bases são chamados de processos químicos, a ação de micro-organismos é um exemplo de processo biológico (ANDREOLI, ANDREOLI, JUNIOR, 2012).

O perfil de um solo é formado por camadas de diferentes cores de acordo com a presença de ferro hidratado, óxido de silício, teores de cálcio e de matéria orgânica. Geralmente as camadas mais superficiais tendem a apresentarem cores mais escuras devido a maior concentração de matéria orgânica. (BRAGA, 2009).

2.1 NUTRIENTES MINERAIS DO SOLO

Alguns elementos são essenciais para o crescimento da planta. São divididos em nutrientes principais (macro nutrientes): nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S); nutrientes traço (micronutrientes): boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mo), cloro (Cl) e manganês (Mn). Todos são constituintes dos minerais e da matéria orgânica onde a planta cresce. Nitrogênio, fósforo e potássio, chamados de elementos primários, são consumidos em grandes quantidades pelas plantas, assim, tornam-se mais deficientes no solo. Os demais são consumidos de forma mais amena, mas são tão importantes quanto os nutrientes primários para uma adequada fertilidade do solo (RONQUIN, 2010). A figura 01 mostra a relação entre o pH do solo e a disponibilidade de nutrientes, visto que em pH 6,0 a 6,5 contém maior quantidade de nutrientes necessários para as plantas.

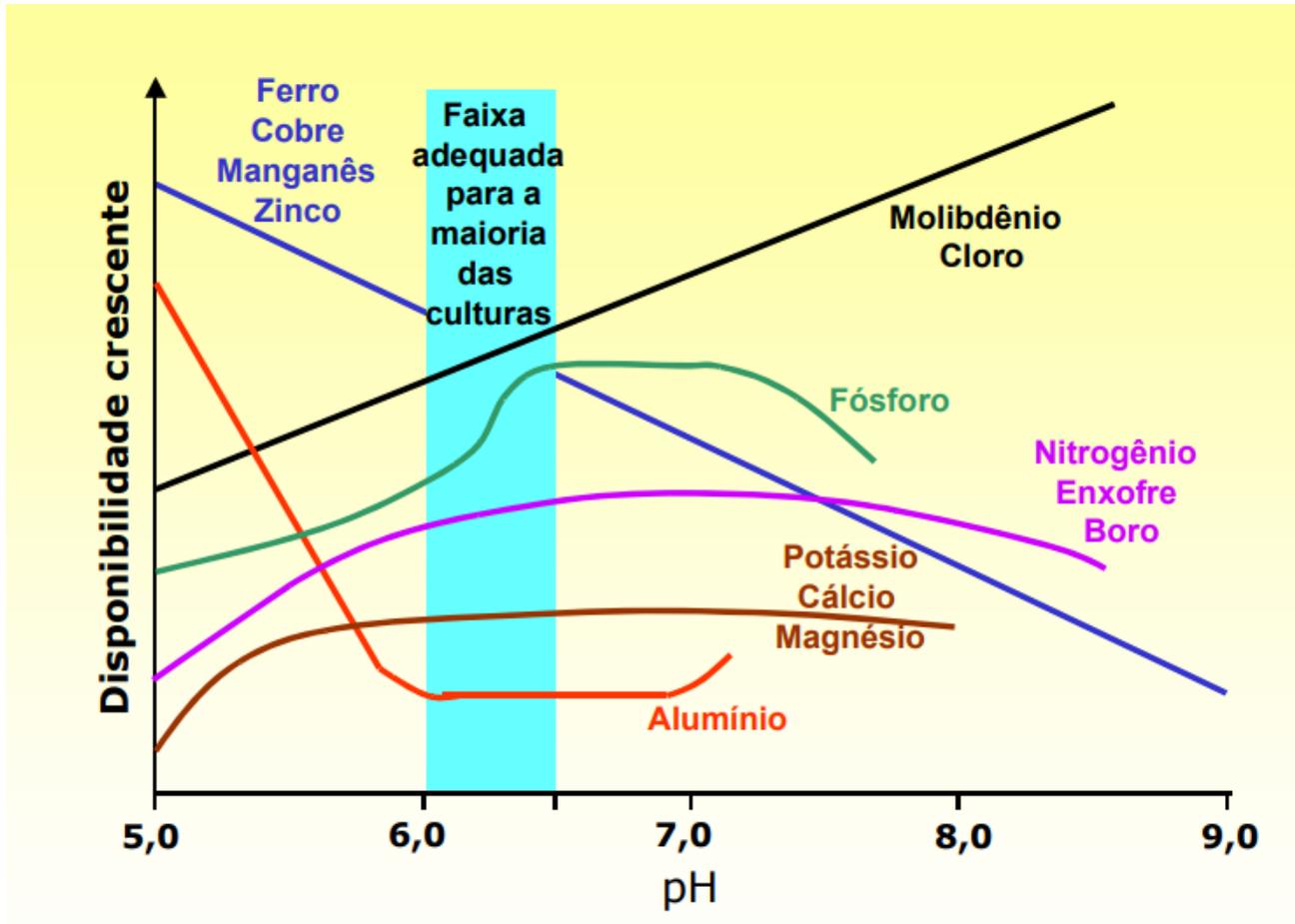


Figura 01: Relação entre pH e disponibilidade de nutrientes no solo
(MALAVOLTA et al., 1997).

2.2 ÍONS DO SOLO E CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)

Durante a formação do solo pela ação do intemperismo, alguns minerais e matéria orgânica são reduzidos a partículas muito pequenas, os coloides. Sendo que cada coloide (argiloso ou orgânico) apresenta uma carga líquida negativa que varia conforme o seu processo de formação. A presença deste tipo de carga explica porque o nitrogênio, na forma de nitrato (NO_3^-) é lixiviado mais facilmente do solo que o íon (NH_4^+), já que estes coloides atraem os cátions, retendo-os, ficando o nitrato livre na água do solo (LOPES, 1998, RAIJ, 2010).

A capacidade de um solo trocar seus íons é chamada capacidade de troca catiônica, quando são cátions, e capacidade de troca aniônica, quando são ânions (ALVES, 2013).

Os cátions retidos nos coloides podem ser substituídos por outros cátions, esta propriedade é chamada de cátions trocáveis, define importantes propriedades do solo (RAIJ, 2010).

A CTC depende do tipo e da quantidade de argila e matéria orgânica presente no solo, quanto maiores os teores de argila e de matéria orgânica, maior o CTC (LOPES, 1998).

A eficiência de troca iônica pelo solo mostra a capacidade de liberação de nutrientes essenciais, mantendo a fertilidade e assim reduzindo ou evitando o uso de fertilizantes. O solo é considerado bom para a nutrição das plantas se estiver ocupado por cátions essenciais (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+), mas se grande parte estiver ocupada por H^+ ou Al^{3+} , será considerado pobre de nutrientes e com uma acidez elevada (RAIJ,2010).

A figura 02 abaixo mostra a relação da ocupação da CTC por diversos cátions e sua relação com o pH. A capacidade de troca de cátions como reservatório ligado à escala de pH, indica o nível atingido pelas bases do solo. Quando a sua acidez for neutralizada, o nível das bases trocáveis aumenta (RAIJ, 1981).

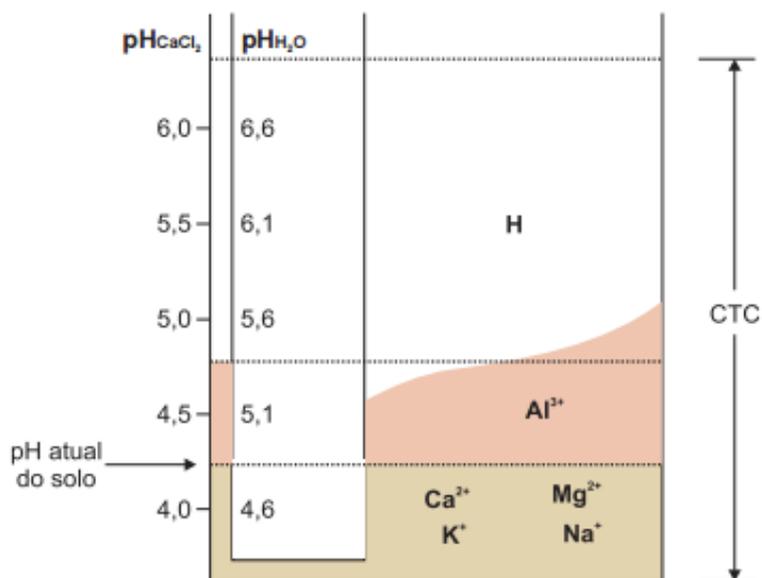


Figura 02: Avaliação da fertilidade do solo (In: RAIJ, 1981).

Os solos ácidos ocupam a maior parte do Brasil, sendo a menor área encontrada no semiárido nordestino. E aproximadamente 70% da extensão territorial é tomada por solos

ácidos, o Brasil têm cerca de 40% da produtividade das culturas reduzida pela metade apenas em função dos efeitos nocivos da acidez no desenvolvimento das plantas (CHIBA, 2011).

2.3 ENXOFRE NO SOLO

O enxofre é concentrado pelas plantas na forma de Sulfato (SO_4^{2-}), que é altamente sujeita às perdas por lixiviação. Os solos argilosos com altos teores de óxidos de ferro proporcionam grande capacidade de adsorção de SO_4^{2-} o que diminui a sua passagem no perfil do solo. Já em solos arenosos a movimentação do SO_4^{2-} é maior, e com isso, pode ser perdido por percolação, ou seja, quando a água encontra em pequenos canais no solo que são capazes de fazer a água “infiltrar” com mais rigidez. Além disso, os solos arenosos possuem baixos teores de matéria orgânica, portanto, menores reservas de enxofre orgânico (GIRACCA; NUNES, 2016).

3. ALUMÍNIO

O alumínio é conhecido como elemento metálico em maior quantidade na terra é obtido naturalmente a partir de alguns minérios e o principal deles é a bauxita. Outros minérios onde ele é encontrado também possuem um grande valor comercial por serem considerados pedras preciosas, como por exemplo o rubi e a safira. O Brasil possui reservas de minérios bauxita enormes como a de Poços de Caldas (MG) e também jazidas de pedras preciosas. Porém não está entre os principais produtores deste minério (PEDROLO, 2016).

As rochas que compõem de uma forma geral os solos brasileiros, são formados por minerais de alumínio silicatos, sendo o alumínio o metal mais abundante encontrado nos solos (MALAVOLTA, 1980).

Muitos fatores influenciam a solubilidade deste elemento no solo, como por exemplo, o tipo de argila predominante, concentração de sais na solução e o teor de matéria orgânica. O pH também interfere nesta dissolução, devido ao seu caráter anfótero, é solúvel abaixo de 5,5 e também acima de 7,5 (FERNANDES, 2006; SILVA, 1997).

3.1 TOXIDEZ DO ALUMÍNIO NAS PLANTAS

A toxidez causada pelo alumínio é um dos fatores mais importantes, pois limitam o crescimento e a produção das plantas em solos ácidos, principalmente em pH abaixo de 5,0 (FERNANDES, FAQUIN, 2001). Em concentrações elevadas causa danos na raiz, inibindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

O alumínio também causa retardamento na germinação de sementes, como a semente de arroz, além de provocar estresse oxidativo nas plantas. Uma das formas de se corrigir a acidez do solo é o processo de calagem, onde aplica-se calcário com os objetivos de elevar os teores de cálcio e magnésio e neutralização do alumínio trivalente

(elemento tóxico para as plantas), para um desenvolvimento satisfatório das culturas. (CONCEIÇÃO; JARDIM, 2016).

O efeito da acidez do solo sobre as plantas provém principalmente pelas alterações químicas, entre elas: a dissolução do alumínio (Al), manganês (Mn) e ferro (Fe) na solução do solo atingindo níveis tóxicos, assim a união de alguns elementos essenciais, sendo o fósforo (P) o mais limitado (RAIJ et al 2008).

Quando o Al está em níveis tóxicos na solução, interfere na movimentação do fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio. E possui um impacto negativo nos solos sobre as principais culturas, em especial sobre as que produzem grãos como a soja e o feijão (HARTWIG, et al 2007).

No Brasil, a toxidez do alumínio é um fator muito importante, sendo generalizada na maior parte dos solos. Uma das dificuldades de conferir se a acidez do solo representa uma barreira química é estabelecer critérios apropriado para amostrar raízes no campo (OLMOS; CAMARGO,1976).

3.2 DEFINIÇÃO DE ACIDEZ NO SOLO

Os solos podem ser ácidos devido à falta de bases do material de origem, ou no processo de formação que beneficiam a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na, etc. Além disso, podem ter sua acidez aumentada por cultivos e adubações que levam a tal processo. Em algum caso, a acidificação se inicia, ou se acentua, devido à remoção de bases da superfície dos colóides do solo (LOPES; SILVA; GUILHERME, 1991).

A acidez do solo é muito importante para se cultivar plantas e vegetais, pois alguns se adaptam melhor em solos mais ácidos, como a mandioca e a erva-mate; já outras necessitam de um solo mais básico, como a soja, o algodão e o feijão (FOGAÇA, 2016).

O pH tem uma escala que varia de 0 a 14, em solos podem ser encontrados de 3 a 10, as variações mais comuns são em solos brasileiros entre 4,0 a 7,5. Os pH abaixo de 7 são considerados ácidos e os pH acima de 7 são considerados alcalinos. Portanto os solos que são ácidos apresentam características similares a um ácido fraco. E os ácidos fracos

(e solos ácidos) também apresentam a propriedade de resistir a mudança de pH pela adição de base (JUNIOR, 2015).

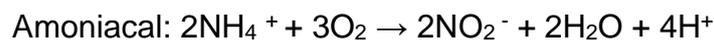
Há dois modos principais que provocam a acidificação do solo. A primeira reação ocorre naturalmente pela dissociação do gás carbônico mostrado na figura 03.



Figura 03: Reação de dissociação do gás carbônico.

O H^+ transfere-se então para a fase sólida do solo e libera um cátion trocável, que será lixiviado com o bicarbonato. Esse fenômeno é favorecido por valores de pH elevados, tornando-se menos importante em pH abaixo de 5,2. Portanto, em solos muito ácidos não é provável uma grande acidificação através do bicarbonato (LAURIUCHE, 2016).

A segunda reação mostra a acidificação causada por alguns fertilizantes (sobretudo os amoniacais e a ureia) que durante a sua transformação no solo (pelos microrganismos) resulta H^+ , mostrado na figura 04.



Ureia: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (o NH_4^+ formado reage no solo como explicado acima).

Figura 04: Reação de formação do Carbonato

O íon amônio (NH_4^+) formado, reage no solo como mostrado acima. O H^+ produzido, como no primeiro caso, libera um cátion trocável para a solução do solo, onde será lixiviado com o ânion acompanhante, ativando a acidificação do solo. Alguns autores atribuem ainda como uma terceira causa importante da acidificação dos solos, a hidrólise do alumínio, a qual produz íons H^+ , de acordo com a figura 05 (CHAVES, 2005).

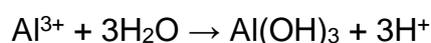


Figura 05: Reação de hidrólise do alumínio

A água da chuva lixivia o cálcio e magnésio, que serão substituídos pelo alumínio, manganês e hidrogênio na solução do solo. Depois, os solos formados podem se tornar ácidos de duas maneiras; em condições de alta pluviosidade e quando sofrem o processo de erosão (CHAVES, 2005).

A lixiviação constitui no empobrecimento dos solos em regiões de climas muito úmidos com chuvas frequentes que através do escoamento superficial retiram o material fértil do solo como mostrado na figura 06 abaixo (SKY, 2013).

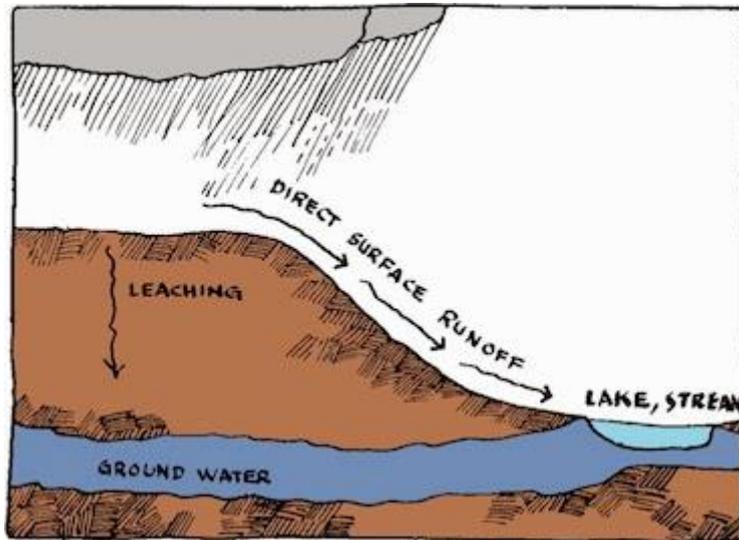


Figura 06: Processo de lixiviação (In: SYK, 2013).

4. CALAGEM

A calagem tem como objetivo eliminar a acidez do solo e fornecer suprimento de cálcio e magnésio para as plantas. O cálcio estimula o crescimento das raízes e através da calagem ocorre o aumento do sistema radicular e um maior aproveitamento dos nutrientes do solo, auxiliando a planta na tolerância à seca (SANTIAGO, ROSSETO, 2001). Uma outra vantagem desta técnica é promover a disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), proporcionando um aumento da produtividade das culturas (PAVINATO; CERETTA, 2004).

Pode ser aplicado em qualquer época do ano, porém, a aplicação deve ocorrer, no mínimo, três meses antes do plantio da cultura e nesse período precisa ter chuva, assim se garante tempo suficiente para a reação do corretivo no solo. Deve-se também observar as condições de vento no dia da aplicação, pois se trata de um produto muito fino como mostra a figura 07, e este pode ser facilmente dispersado, prejudicando a distribuição do mesmo no solo (NEVES, SILVEIRO, 2014).



Figura 07: Aplicação de calcário (In NEVES, SILVEIRA, 2014).

A quantidade do corretivo a aplicar é determinada através da análise química de solo. Tanto a falta de calcário no solo, quanto o seu excesso, podem prejudicar o desenvolvimento das plantas (SILVA; SOUZA, 1998). A interpretação da análise de solo e a recomendação de calagem devem ser realizadas por um técnico habilitado.

4.1 CALCÁRIO

É uma rocha formada por pedaços de conchas que se aglomeraram ao longo de milhões de anos no solo dos oceanos. À medida que camadas de conchas e de lodo se acumularam, as camadas inferiores foram endurecendo e formando as rochas calcárias (BRITANNICA, 2017).

É utilizado para fins agrícolas corrigindo a acidez do solo. E ao mesmo tempo em que faz essa correção, o calcário também oferece cálcio e magnésio indispensáveis para a nutrição das plantas. A aplicação do calcário aumenta a disponibilidade de elementos nutrientes para as plantas como nitrogênio, fósforo e enxofre, reduz a solubilidade de Al^{3+} , Mn^{3+} e Fe^{3+} que são tóxicos para as plantas, permite a maximização dos efeitos dos fertilizantes, e conseqüentemente o aumento da capacidade produtiva da terra (CAIRES; BAZATTO; FONSECA, 2000).

O calcário é o corretivo mais indicado e, portanto, mais usado na prática da calagem. É simplesmente obtido pela moagem de rochas calcárias, cujos constituintes químicos básicos são Carbonato de Cálcio ($CaCO_3$) e Carbonato de Magnésio ($MgCO_3$) mais impurezas (CASTILHO; FREITAS; GUITTERRES, 2000).

Os solos brasileiros são ácidos por natureza, mas felizmente o país possui grandes reservas desta rocha sedimentária: são 331 jazidas distribuídas pelo território (CARDOSO, 2014). De acordo com levantamento feito pela (Embrapa, 1997), a calagem é a prática agrícola mais barata, representando apenas 5% do custo de produção.

5. ADUBO

O adubo pode ser encontrado de duas maneiras: adubo orgânico ou inorgânico. Os adubos orgânicos são obtidos por meio de matéria de origem vegetal ou animal, como esterco, farinhas, bagaços, cascas e restos de vegetais, decompostos ou ainda em estágio de decomposição. Esses materiais sofrem decomposição e podem ser produzidos pelo homem por meio da compostagem como mostra a figura 08 abaixo (FOGAÇA, 2017).



Figura 08: Adubo orgânico, (In CAMPOS, 2017).

As principais vantagens e desvantagens dos adubos orgânicos segundo (MASNELLO, 2016):

- Aumenta a capacidade de retenção de água no solo, melhora sua estrutura e apresenta capacidade de manutenção da temperatura no solo, evitando grandes variações durante o dia.
- Aumenta gradativamente o teor de matéria orgânica do solo, e com a decomposição da mesma disponibiliza de forma gradual nutrientes para as plantas.
- Diminui a lixiviação de nutrientes (lavagem).

- Aumenta a atividade microbiana benéfica as plantas.

Desvantagens e limitações da adubação orgânica:

- Resíduos industriais ou lodo de esgoto podem trazer metais pesados e microorganismos patógenos ao homem.
- Maior custo de aplicação e transporte em comparação aos fertilizantes minerais.
- Nem sempre a proporção dos nutrientes contidos nos fertilizantes orgânicos atende as necessidades das plantas.

O adubo inorgânico, também conhecido como fertilizante químico, é feito através da extração de minerais. É uma mistura de sais dos principais nutrientes necessários para as plantas, e possui a quantidade exata de nitrogênio, potássio, fósforo, entre outros. Ao contrário dos adubos orgânicos, que são lentos, os inorgânicos são mais eficazes para as plantas (PEREIRA, 2015).

Este tipo de fertilizantes tem a vantagem de ser rapidamente absorvido pelas plantas. O conhecimento exato da sua composição permite uma dosagem mais correta. São mais fáceis de aplicar e também de transportar. Mas por outro lado, são prejudiciais para o meio ambiente pelo fato de serem altamente solúveis em água e também apresentam concentrações elevadas de nutrientes (CAVALEIRA; BELEZA, 2008). A figura 09 abaixo mostra o adubo inorgânico.



Figura 09: Adubo Inorgânico (In FOGAÇA, 2017).

6. SOJA

A soja trata-se de um grão versátil, podendo ser utilizado para produção de embutidos, laticínios, bebidas, além de base para nutrição animal e outras áreas industriais. É muito utilizado como óleo refinado, havendo também pesquisas sobre o uso para fabricação de biodiesel. Apesar de ser uma planta originária de clima temperado, a soja adapta-se bem em uma imensa faixa de outros climas. Assim seus cultivares aclimatados vai muito bem nos climas tropical e subtropical (CASAGRANDE, 2011).

Em relação ao solo, a soja não mostra grandes exigências, podendo ser cultivada em todos os tipos de solo, desde que apresentem fertilidade média e não sejam muito ácidos ou mal drenados. As temperaturas médias, ótimas para melhor desenvolvimento da soja, estão entre 20 a 30°C, tendo o melhor desempenho próximo a 30°C. Acima ou abaixo dessas temperaturas, há o aparecimento de distúrbios fisiológicos, especialmente no que se refere à floração e ação dos nódulos nas raízes (MILIANESI, 2015).

A soja utilizada neste trabalho é o grão transgênico no qual é geneticamente modificado através de um organismo que possui um gene transferido de uma bactéria que proporciona à planta uma maior resistência aos herbicidas muito fortes. Atualmente tem sido desenvolvido vários tipos, mas a única e liberada para plantio, é a que possui resistência contra um tipo de herbicida, o glifosato (EMPRAPA, online 2007).

O glifosato é um herbicida sistêmico, ou seja, atua em todas as partes da planta, não somente no local onde é aplicado. Apresenta um excelente controle de plantas daninhas e pode ser usado na limpeza de áreas antes do plantio (AMARAL; JAIGOBIND; JAIGOBIND, 2006), (MENEZES, et al 2004).

O cultivo da soja cresceu rapidamente pelo mundo, e passou a ser uma das plantações geneticamente modificadas, desde sua adoção em 1996 (CULTIVO DE TRANSGÊNICOS, online 2007). Recentemente, a utilização de sementes transgênicas está cada vez mais presente nas lavouras brasileiras, seja por ter o menor custo de produção ou pela praticidade no manejo das culturas (CURY, 2016).

A figura 10 mostra a obtenção do transgênico, onde o DNA de interesse é inserido em uma bactéria (técnica do DNA recombinante). Assim, ele é multiplicado pela bactéria ao se reproduzir assexuadamente. É inserido no organismo que se quer modificar (INÊS, 2014).

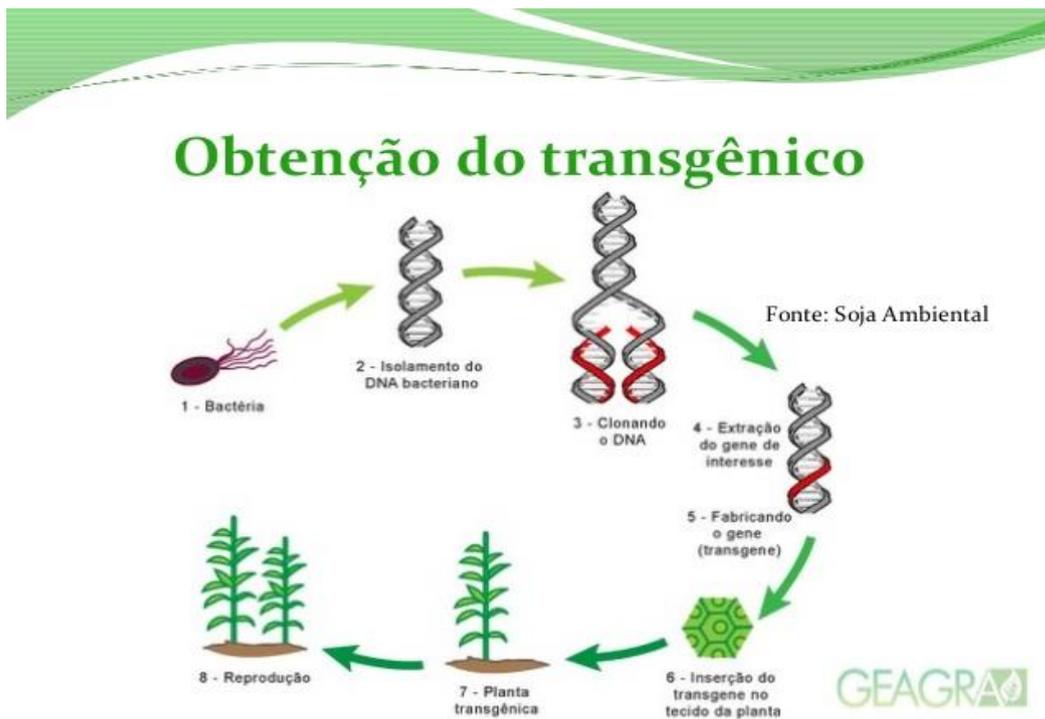


Figura 10: Obtenção do Transgênico (INÊS, 2014).

7. FEIJÃO

O feijão é uma cultura de ciclo curto e, diante disso é mais sensível às variações das condições ambientais. As altas temperaturas e a seca são problemas para o cultivo em muitas regiões do Brasil, especialmente no Nordeste, onde a produção é mais comprometida (TÉRAN; SINGH, 2002).

A temperatura, é um dos fatores limitantes ao desenvolvimento do feijão influenciando no florescimento e frutificação. Devido à diversidade térmica ao longo do território brasileiro, o cultivo do feijão é limitado em certas regiões, tanto pelas baixas temperaturas durante o inverno na região sul quanto pelas altas temperaturas associadas à altos índices de umidade ao norte, o que aumenta a incidência de doenças (EMBRAPA, 2003). A temperatura média ideal para o cultivo na América Latina varia de 17,5 a 25°C (MARIOT, 1989 apud VIEIRA et al., 2006).

O feijoeiro requer uma quantidade de água no solo que seja suficiente para o seu desenvolvimento e manutenção, principalmente nas fases de germinação, emergência, floração e enchimento de grãos. A produção final pode ser comprometida logo nos primeiros dias, caso ocorra falta de água nas fases iniciais do desenvolvimento do vegetal, seguida de um período relativamente longo de estiagem. Estas condições afetarão sobretudo a fase de floração, conseqüentemente resultando em menor número de vagens e número de grãos (VIEIRA et al., 2006).

8. ACIDEZ DO SOLO APLICADO AO ENSINO MÉDIO

Pesquisas apontam que o ensino de química nas escolas tem dado maior ênfase na transmissão de conteúdos e as atividades que levam à memorização de informações, como fórmulas, símbolos, nomes, deixando de lado o conhecimento e assim desmotivando o aluno a gostar de química (SANTOS et al, 2012).

Essa prática tem influenciado negativamente os alunos em aprender e em associar o conhecimento químico ao cotidiano, já que alguns alunos não conseguem perceber a relação entre aquilo que estuda na sala de aula, a natureza e a sua própria vida (MIRANDA; COSTA, 2007).

A disciplina de química é vista com pouco interesse pelos alunos, sendo considerada um “bicho de sete cabeças”, por conta da dificuldade de entender o conteúdo. Diante disso, o professor deve usar de criatividade para atrair a atenção dos alunos por meio de práticas associadas a aulas expositivas (SILVA, 2014).

Uma proposta para a compreensão do assunto sobre acidez do solo é a realização de um experimento, em que os alunos deverão trazer duas amostras de solo de diferentes áreas próximas de sua casa. Neste solo será medido o pH, e se o resultado for abaixo de 5,5 será considerado ácido. E assim, deverá ser feita a correção do solo com adubo e calcário, e depois o aluno irá plantar feijão nas duas amostras, e observar o desenvolvimento de cada planta nas aulas posteriores.

8.1 MATERIAIS

- Copo descartável de 500 mL.
- Copo descartável de 80 mL.
- Água

- Solução de CaCl_2
- Solo
- Feijão
- pH metro móvel
- Bastão de vidro ou colher.

8.2 MÉTODO

Esse experimento será feito a partir de pesquisas feitas pelos alunos, que deverá trazer duas amostras de solo de diferentes áreas, a terra deverá ser coletada em um local onde tenha feito correção da acidez e a outra em solo onde não tenha produzido nada por vários anos. Devem ser coletadas em uma profundidade de 20 cm.

A determinação da acidez será feita com um cachimbo de 10 ml de terra, no copo descartável de 80 ml, e irá adicionar 25 ml de CaCl_2 . Depois irá agitar essa amostra com o bastão e deixará em repouso por meia hora. Feito isso será medido o pH com o pHmetro móvel.

O valor do pH do solo sem a correção deverá estar abaixo de 5,5 e do solo corrigido acima de 6, pois o feijão se adapta, melhor em solos alcalinos.

Após a obtenção dos resultados os alunos irão colocar a terra no copo descartável de 500 ml, irão umedecer o mesmo com água e colocar uns 3 grãos de feijão comum e o experimento será observado nas aulas posteriores.

.

9. MATERIAS E METÓDOS

9.1 MATERIAIS

- Vasos
- Solo
- Feijão/ Soja
- Medidores de pH promovido de eletrodo combinado de vidro e de referência.
- Moinho de martelo (Tecnal/TE-330);
- Mesa agitadora, movimento circular-horizontal, com rotação mínima de 220 rpm (Tecnal/Te-145);
- Dispensador diluidor regulados com volumes de 10 mL e 1 mL;
- Dispensador de 50mL;
- Pipeta automática (0-10) mL (Socorex/acura-835);
- Aparelho separador de resina, com conjunto de 10 peneiras com malha de 0,4 mm;
- Espectrofotômetro de absorção atômica (Varian/AA1275);
- Espectrofotômetro com ajuste para leitura a 420nm (Celm/E-225-D);
- Balança analítica (Marte/AS2000C);
- Balança de precisão (Sauter/D7470);
- Destilador de água (Marconi/MA-255);
- Deionizador de água (Tecnal/DE1800).
- Copos plásticos de 100 mL - Cachimbo para medidas de 2,5 cm³;
- Cachimbo para medidas de 2,5 cm³ com fundo de malha de poliéster;
- Cachimbo de 10 cm³
- Pipetas volumétricas, balões volumétricos e provetas;
- Bandejas de isopor para 10 frascos plásticos cilíndricos de 100 mL com tampa;
- Resina trocadora de íons;
- Solução de cloreto de amônio 0,8 mol/L em HCl 0,2, mol/L;
- Óxido de lantânio 1 g/L;

- Solução de HCl 50% com 20 ppm de enxofre;
- Cristais de $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- Carvão ativado;
- Papel filtro faixa azul;
- Solução para extração do enxofre de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 0,01mol/L
- Solução padrão estoque mista de potássio 3 mmolc/L, cálcio 50 mmolc/L e magnésio 10 mmolc/L;
- Solução padrão estoque de enxofre 100 mg/L.

9.2 MÉTODO

9.2.1 AMOSTRAGEM

No experimento foram utilizados 10 “vasos”, numerados de 1 a 5 para feijão e de 6 a 10 para soja. Os vasos apresentavam as seguintes medidas: base inferior de 16 cm de diâmetro e a base superior de 24 cm, altura de 20 cm e um volume aproximado de 6 litros. Nos vasos de número 05 e 10 foram colocadas amostras de um solo da cidade de Cândido Mota, onde produz feijão e soja, e assim mostrar que a semente usada é de boa qualidade e ter um parâmetro do crescimento das culturas.

Nos demais vasos, o solo foi coletado a uma profundidade de 20 cm tendo como características um solo arenoso e sem cultivo por cerca de 40 anos na cidade de Campos Novos Paulista. Foram retiradas duas amostras de locais diferentes, para análises de macro nutrientes feita no laboratório de solo Agrolab em Assis- SP. Essas amostras foram secas em estufas e trituradas no moinho martelo, passando em peneiras com malha de 2 mm de abertura, resultando em uma camada fina de terra seca, e assim ficando pronta para as análises químicas.

As condições experimentais foram:

Cultura	Vasos	Condições
Soja	1	Sem adição de corretivos
	2	Adição de adubo
	3	Adição de calcário
	4	Adição de adubo e calcário
	5	Solo controle
Feijão	6	Sem adição de corretivos
	7	Adição de adubo
	8	Adição de calcário
	9	Adição de adubo e calcário
	10	Solo controle

9.3 DETERMINAÇÕES

9.3.1 DETERMINAÇÃO DO POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO.

Foi cachimbado 2,5 ml do solo preparado e transferido para copos plástico de 100 ml. Acrescentou-se 25 ml de água destilada e deionizada em cada frasco e uma bolinha de vidro. Depois que os frascos foram tampados, agitou-se durante 15 minutos na mesa agitadora para promover a degradação do solo. Depois de feito isso, a bolinha de vidro foi retirada com o auxílio de uma colher específica e adicionou-se 2,5 ml de resina de troca iônica. O frasco foi fechado e agitado durante 16 horas em mesa agitadora a uma velocidade de 220 rpm aproveitando o período noturno (RAIJ et al. 1987).

No dia seguinte, os frascos foram abertos e transferiu-se a solução de solo com resina para o aparelho separador de resina. Depois a resina foi lavada com o mínimo de água (destilada e deionizada) possível, até parar de sair argila. Após isso, transferiu-se a resina

mecanicamente para frascos plástico de 100 ml usando um dispensador de 50 ml com solução de cloreto de amônio 0,8 mol/L em HCl 0,2 mol/L.

Depois de ficar em repouso por meia hora para eliminação do CO₂, o conjunto foi retornado para a mesa agitadora onde agitou-se por mais uma hora para a extração dos elementos citados acima que estava retido na resina, obtendo assim, um extrato para determinação analítica (RAIJ, QUAGGIO 1983).

Com o uso de um dispensador diluidor, foi retirado 1 ml do extrato e 10 ml de solução de óxido de lantânio 1 g/L onde foi feita a leitura de potássio, cálcio e magnésio por absorção atômica.

9.3.2 DETERMINAÇÃO DO pH EM CaCl₂

O pHmetro foi calibrado com tampão 4 e 7, e cachimbou-se 10 ml da amostra de solo em copo plástico de 50 ml. E em seguida, adicionou-se 25 ml da solução de Cloreto de Cálcio, agitou-se a amostra por quinze minutos e colocou em repouso por meia hora, e depois, realizou-se a leitura no pHmetro (RAIJ et al, 2001).

9.3.3 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ COM SOLUÇÃO- TAMPÃO SMP

9.3.3.1 SOLUÇÃO – TAMPÃO SMP EM pH 7,0

Transferiu-se para um balão volumétrico de 1 l, os seguintes reagentes padrão analítico, nessa ordem: 106,20 g cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O); 6,0 g de cromato de potássio (K₂CrO₄), 4,0 g de acetato de cálcio e 5,0 ml de trietanolamina. Adicionou-se água destilada deionizada até cerca de 700 ml. Dissolveu-se separadamente em béquer, 3,6 g de p-nitrofenol ou 4- nitrofenol em cerca de 200 ml de água, quente a 80 a 90 ° C, filtrando quando houver impurezas no fundo do frasco. Transferiu-se a solução para o balão volumétrico completando o volume. No dia seguinte, homogeneizou a solução e ajustou o

pH para 7,5 com NaOH ou HCl, na concentração (1+1). Essa solução deve ser guardada em refrigerador para não deteriorar. O pH deve ser determinado antes de cada série de amostras e após a solução ter atingido temperatura ambiente (RAIJ et al, 2001).

Adicionou-se exatamente 5,0 mL da solução-tampão SMP, agitando durante 15 minutos e deixado em repouso por 60 minutos, sendo muito importante uma agitação vigorosa. Ajustou-se o potenciômetro com as soluções-tampão pH 4,0 e 7,0, frequentemente, após a determinação de várias amostras. Sem agitar, mergulhou-se o eletrodo na solução, de modo que a ponta de vidro tocasse na camada sedimentada e a saída de referência do eletrodo ficasse submersa.

9.3.3.2 PROCEDIMENTO ANALÍTICO

Após a determinação de pH do solo em CaCl_2 , foram adicionados 5,0 ml da solução SMP, sob agitação e durante 15 minutos e após isto, foi deixado em repouso por 60 minutos. Ajustou-se o potenciômetro com soluções-tampão pH 4,0 e 7,0. Sem agitar, mergulhou-se o eletrodo de modo que a ponta de vidro tocasse a camada sedimentada e a saída do eletrodo de referência ficasse submersa. O valor do pH_{smp} foi lido após estabelecido o equilíbrio.

A tabela 01 mostra a conversão dos valores de pH_{smp} e de H + Al (em mmolc dm^3). Valores válidos para as condições do Estado de São Paulo.

pH_{smp}	H + Al								
3,50	588	4,30	253	5,10	109	5,90	47	6,70	20
3,55	558	4,35	240	5,15	104	5,95	45	6,75	19
3,60	528	4,40	228	5,20	98	6,00	42	6,80	18
3,65	502	4,45	216	5,25	93	6,05	40	6,85	17
3,70	477	4,50	205	5,30	88	6,10	38	6,90	16
3,75	452	4,55	195	5,35	84	6,15	36	6,95	16
3,80	429	4,60	185	5,40	80	6,20	34	7,00	15
3,85	407	4,65	175	5,45	75	6,25	33	7,05	14

3,90	386	4,70	166	5,50	72	6,30	31	7,10	13
3,95	366	4,75	158	5,55	68	6,35	29	7,15	13
4,00	347	4,80	150	5,60	64	6,40	28	7,20	12
4,05	330	4,85	142	5,65	61	6,45	26	7,25	11
4,10	313	4,90	135	5,70	58	6,50	25	7,30	11
4,15	297	4,95	128	5,75	55	6,55	24	7,35	10
4,20	281	5,00	121	5,80	52	6,60	22	7,40	10
4,25	267	5,05	115	5,85	50	6,65	21	7,45	09

Fonte: Correspondência de valores de $\text{pH}_{\text{sm}}\text{p}$ e de $\text{H} + \text{Al}$ (em $\text{mmol}_c \text{dm}^3$). Valores válidos para as condições do Estado de São Paulo (QUAGGIO et al, 1985).

As leituras de pH foram calibradas com os valores de $\text{H} + \text{Al}$ determinado pelo método do acetato de cálcio, onde os resultados são ligados diretamente.

10. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 02 mostra os resultados das análises preliminares, realizadas antes dos procedimentos de correção e plantio.

Determinações			Amostra 01	Amostra 02	Valores (IAC) adequado
P	Fósforo Resina	mg/dm ³	3	3	16 – 40
M.O	Matéria Orgânica	g/dm ³	12	14	26 – 50
C	Carbono Orgânico	g/dm ³	7	8	13
pH CaCl ₂	Potencial Hidrogeniônico	-	3,9	3,9	5,6 – 6,0
K	Potássio	mmolc/dm ³	0,3	0,5	1,6 – 3,0
Ca	Cálcio	mmol/dm ³	2	3	4 – 7
Mg	Magnésio	mmol/dm ³	1	1	5 – 8
H + Al	H + Al	mmol/dm ³	59	76	28
Al	Acidez trocável	mmol/dm ³	17	22	0,5 – 1,0
SB	Soma de bases trocáveis	mmol/dm ³	3,3	4,5	51 – 70
C.T.C	Capacidade de troca de cátions	mmol/dm ³	62,3	80,5	80 – 100
V%	Saturação por bases	%	5,3	5,6	51 – 70
m%	Saturação por Al	%	83,7	83	0
S	Enxofre	mg/dm ³	9	11	5 – 10
K na CTC	% de potássio na CTC	%	0,5	0,6	6,3
Ca na CTC	% de cálcio na CTC	%	3,2	3,7	40
Mg na CTC	% de magnésio na CTC	%	1,6	1,2	30
Al na CTC	% de alumínio na CTC	%	27,3	27,3	0
Ca/k	Relação Ca/K	-	6,7	6	6,5
Ca/Mg	Relação Ca/Mg	-	2	3	2,0
Mg/k	Relação Mg/k	-	3,3	2	5,0

Tabela 02: Resultados da análise de macro nutrientes do solo

Para a interpretação dos dados da tabela 02, foram utilizados como referência os valores fornecidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), sendo que os nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), estavam abaixo do indicado pelo o IAC e o teor de alumínio e pH no solo acima.

10.1 CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DE CALCÁRIO E ADUBO

Após os resultados da tabela 02 foram feitos os cálculos de calagem e adubação, necessários para este plantio.

Segundo Bernardo Van Raij (2008), para aplicação do calcário no solo é utiliza-se a seguinte equação.

$$NC = (V2 - V1) \times CTC / 10 \times PRNT$$

Na equação 1 tem-se NC, V1, V2, CTC e PRNT que representam:

-NC: necessidade de calagem que é a quantidade em toneladas por hectare que se deve aplicar para diminuir a acidez até o ponto desejado;

-V1: porcentagem de nutrientes bons para o solo com carga positiva (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+), que é conhecido com soma de base (SB) em relação à soma (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , H^+ e Al^{3+});

-V2: porcentagem de nutrientes bons que se quer atingir no solo levando em conta o tipo de vegetal que se pretende implantar no caso da soja foi usado 70%.

-CTC – capacidade de troca de cátions: é a soma de (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , H^+ e Al^{3+});

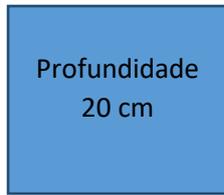
-PRNT – poder relativo de neutralização total (leva em conta o PN do calcário, sendo uma característica química e a granulometria sendo uma característica física). No laudo do calcário obteve o valor de 85,41%.

No laudo de análises química de solo, o V1 é encontrado como V% e esse valor deve ser corrigido quando estiver fora dos parâmetros que são diferenciados para determinados vegetais.

O cálculo da quantidade de adubo e calcário utilizado neste trabalho é apresentado a seguir:

$$NC = \frac{(70 - 5,3) \times 62,3}{(10 \times 85,41)} \quad NC = 4,72 \text{ Ton / Ha} \times 1000 \text{ kg} = 4720 \text{ kg} \times 1000g = 4720000g$$

- Cálculo da quantidade de litros que possui em um hectare. A profundidade utilizada é de 0,20 cm onde foi coletado a amostra.



$$100 \times 100 \times 0,20 = 2000 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ L} = 2000000 \text{ L}$$

Em um
hectare

- Cálculo para a quantidade de calcário por vaso.

$$4720000 \text{ g} \frac{\quad}{2000000 \text{ L / Ha}}$$

$$X \frac{\quad}{6,28 \text{ L por vaso}}$$

$$X = 14,82 \text{ g por vaso}$$

- O cálculo para o adubo foi utilizado 1000 kg / Ha

$$1000 \text{ kg} \times 1000 \text{ g} = 1000000 \text{ g / Ha} \frac{\quad}{2000000 \text{ L / Ha}}$$

$$X \frac{\quad}{6,28 \text{ L por vaso}}$$

$$X = 3,14 \text{ g por vaso}$$

A figura 11 mostra os vasos com solo e adição dos corretivos distribuídos da seguinte maneira: primeiro vaso somente terra do experimento, segundo vaso 3,14 g de adubo, terceiro vaso 14,82 g de calcário e no quarto utilizou-se os dois corretivos. Todos os vasos foram numerados e colocados lado a lado.



Figura 11: Vasos com adição de adubo e calcário 1º dia

A figura 12 mostra que os vasos foram mudados de lugar e o plantio das sementes de feijão e de soja. Após 3 meses quando o calcário reage com o solo.



Figura 12: Plantio de feijão e soja após 3 meses da adição do calcário

Após três meses e duas semanas as plantas começaram a nascer, mas no vaso 2 de ambas as culturas não nasceram como mostra a figura 14 abaixo.

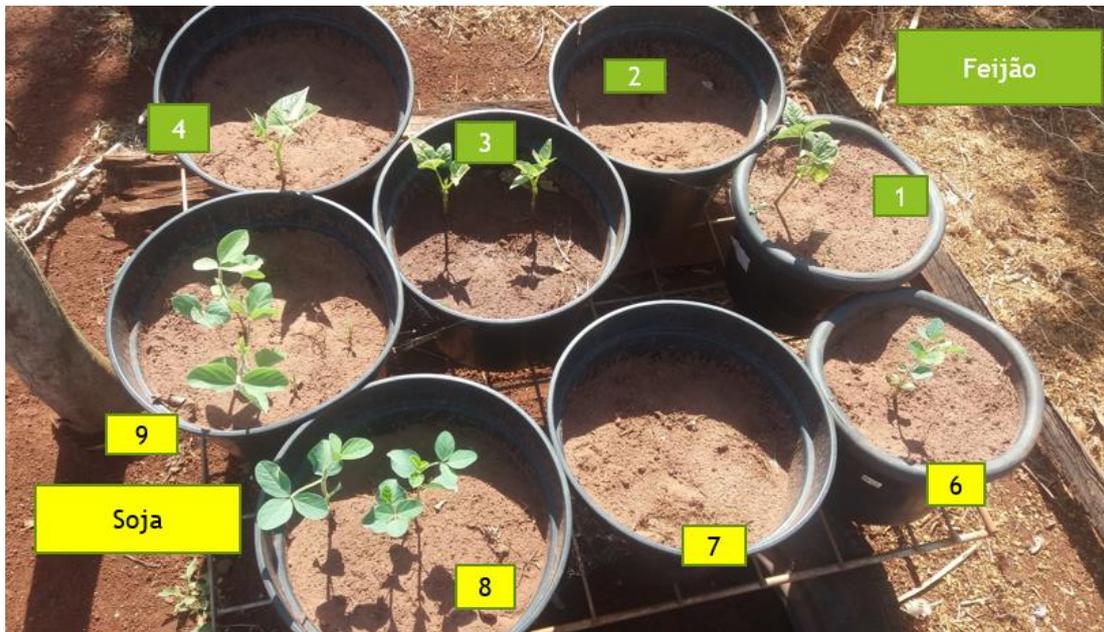


Figura 13: Após 3 meses e 2 semanas

Depois de cinco meses, somente a soja do vaso 3 (calcário) e do vaso 4 (adubo e calcário) continuaram crescendo os demais morreram como mostra a figura 15.



Figura 14: Após 5 meses

O gráfico 01 apresenta os resultados antes e depois da adição do adubo no segundo vaso. O valor do fósforo (P) aumentou muito em relação ao valor inicial de 3 a 48 mg/dm³, segundo o IAC para a soja e o feijão germinar o P adequado tem que estar em um valor médio de (16 – 40) mg/dm³. Os valores de H⁺ + Al aumentaram de 59 para 69 mmol/dm³ e o Al de 17 para 20 mmol/dm³, deixando o solo com o nível de toxidez maior. E por conta deste aumento não houve crescimento do feijão e nem da soja.

Esses resultados eram esperados, pois quando se utiliza adubo químico que possui uma quantidade definida de alguns elementos como P, K, Mg. Ocorre a elevação do teor destes nutrientes, sendo o fósforo em maior quantidade, por ser um elemento primário, ou seja, na planta tem uma absorção maior em vista dos outros nutrientes. Por conta disso a terra de 3 mg/dm³ passou para 48 mg/dm³ da terra do experimento.

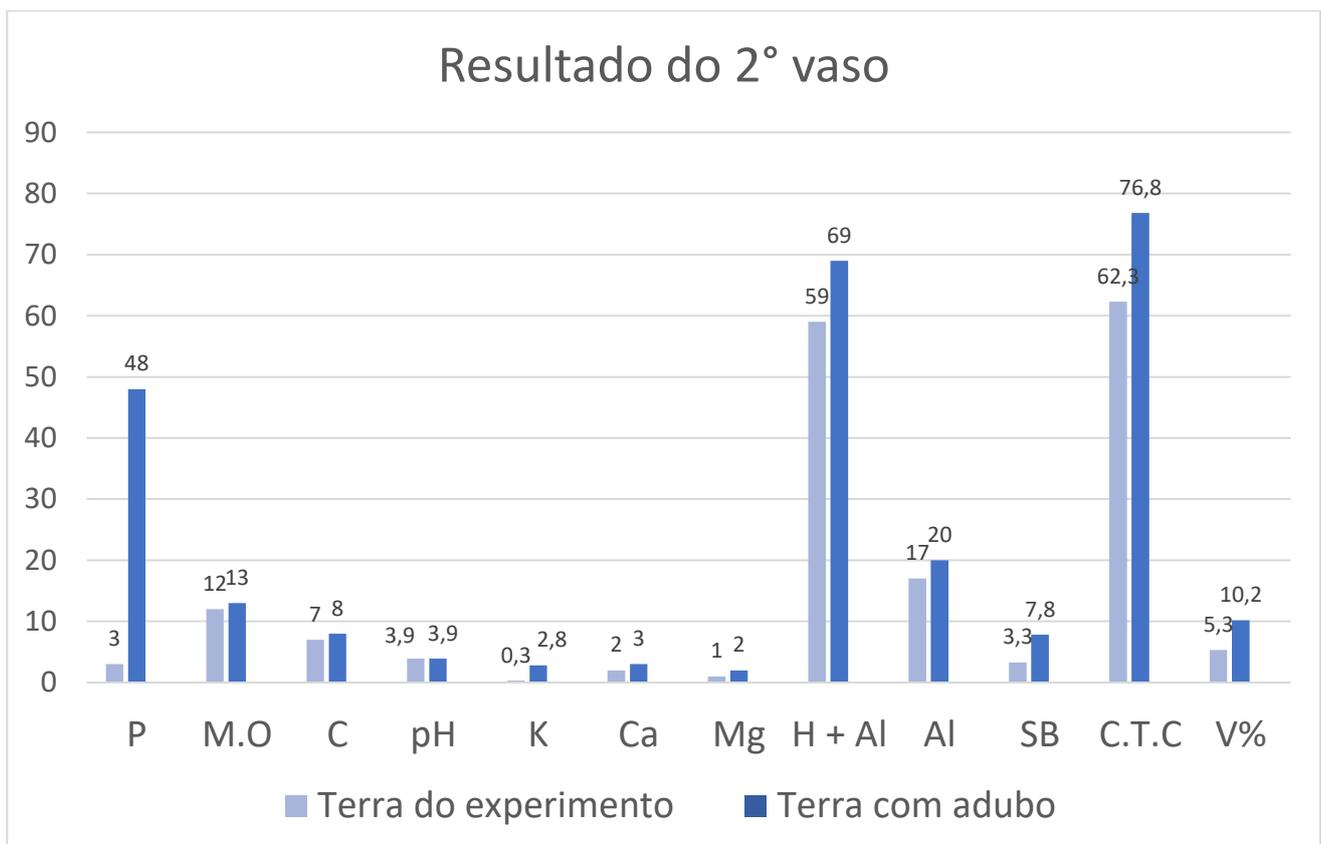


Gráfico 01: Comparação terra do experimento x terra com adição de adubo

O gráfico 02 mostra os resultados obtidos com adição de calcário, o alto teor de cálcio e magnésio que ele possui, foi possível neutralizar a acidez e aumentou o valor do pH de 3,9 para 6,0. Após 90 dias de aplicação, na dose de 14,82 g. Com esse aumento foi possível neutralizar o alumínio (Al) e diminuir o $H^+ + Al$, favorecendo o crescimento do feijão e da soja.

O teor ideal de Ca + Mg na solução do solo recomendado por (Malavolta, 1992) para um bom desenvolvimento da cultura deve ser maior que 3,0 cmolc/dm³.

O efeito da calagem em relação a saturação de bases (V%) aumentou de 5,3 a 74%, atingindo um valor acima de 70% considerado alto e muito bom para as plantas (OLIVEIRA et al. 2004).

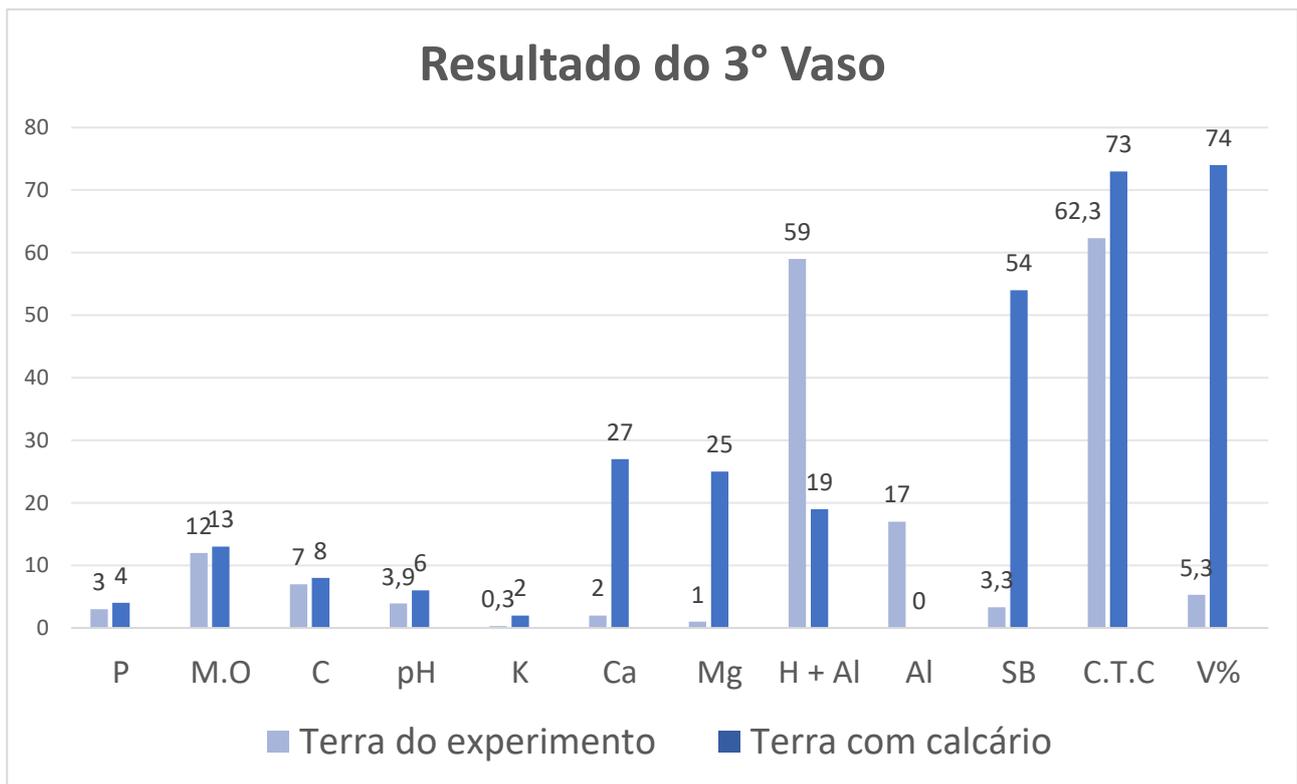


Gráfico 02: Comparação terra do experimento x Terra com calcário

O gráfico 03 apresenta o resultado das análises de solo utilizada para o plantio no vaso 4, em que foram adicionados calcário e adubo. É possível observar o aumento aos nutrientes do solo e a diminuição da acidez que é prejudicial para o desenvolvimento de soja e o feijão. Os resultados mostraram um aumento das concentrações em relação aos

valores iniciais (sem adição de calcário e adubo). Segundo os valores de referências do IAC o pH (5,6 – 6,0) médio, P (13 – 30 mg/ dm³) médio; k (3,1 – 6,0 mmolc/dm³) alto; Ca (> 7 mmolc/dm³) alto, Mg (>8 mmolc/dm³) alto e Al (0 -5) baixo não prejudicial. Por tanto os valores obtidos no gráfico mostram que a terra foi corrigida parcialmente.

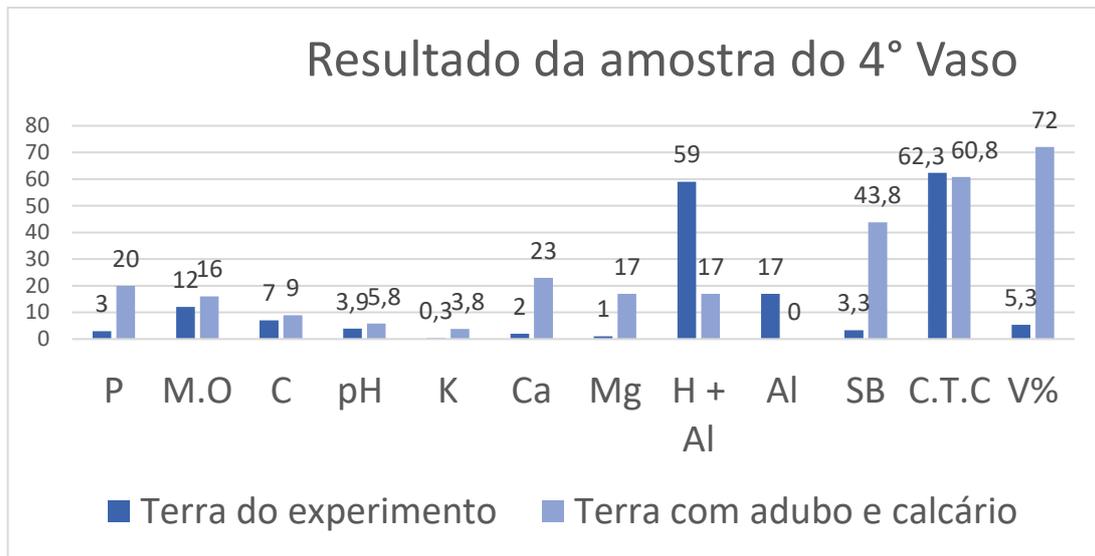


Gráfico 03: Terra do experimento x Terra com adição de adubo e calcário

O gráfico 04 mostra a quantidade adequada de nutrientes para que uma planta se desenvolva e assim mostrar que a semente de soja e feijão utilizada era de boa qualidade.

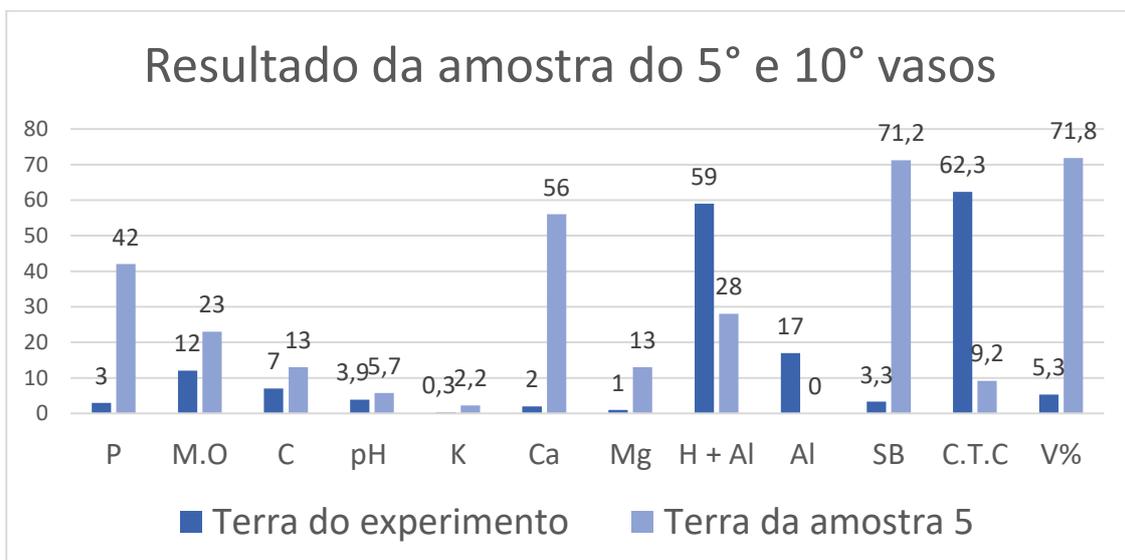


Gráfico 04: Comparação de um solo que produz feijão e soja

A figura 15 mostra o desenvolvimento do feijão no vaso 5 após uma semana, 3 semanas e depois de um mês e 15 dias, observando um crescimento esperado.

Uma semana



3 semanas



Após um mês e 15 dias



Figura 15: Crescimento do feijão

A figura 16 mostra que a soja do vaso 10 se desenvolveu e o crescimento no transcorrer do período mostrado.



Uma semana



Três semanas



Um mês

Figura 16: Crescimento da soja

11. CONCLUSÃO

O solo utilizado no trabalho estava sem cultivo há mais de 40 anos e isso dificultou a sua correção. O uso do calcário neste experimento mostrou um resultado satisfatório, pois elevou o pH de 3,9 para 6,0 e neutralizou todo Al^{+3} . O adubo aumentou a quantidade de fósforo no solo e também de alumínio, tornando o mesmo mais ácido e muito difícil para se produzir soja e feijão, que necessitam de um solo mais alcalino. Isto foi observado, já que as culturas utilizadas não conseguiram se desenvolver.

Portanto, conclui-se que um solo com valor muito alto de alumínio dificulta a correção para produzir feijão e soja, mesmo utilizando calcário e adubo a correção foi parcial, pois os valores de nutrientes no solo tiveram um aumento considerável, mas ainda estando abaixo dos limites recomendados pelo IAC para um melhor desenvolvimento das culturas.

REFERÊNCIAS

ALVES, Wanderson. CTC do Solo. Disponível em <<https://pt.scribd.com/document/132533766/CTC-do-Solo>>. Acesso em 18 de julho de 2017.

AMARAL, L.; JAIGOBIND, J.S.; JAIGOBIND, A.G.A.; Dossiê Técnico: **Óleo de Soja**; Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. p. 05-08. nov, 2006.

ANDREOLI, C.V.; ANDREOLI, F.N.; **Formação e características dos solos para o entendimento de sua importância agrícola e ambiental**. Coleção Agrinho, 2012.

AZEREDO, Thiago. **Intemperismo**; Educação. Geografia 2012. Disponível em <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/intemperismo.html>>. Acesso em 21 de maio de 2016.

BRITANNICA Escola. **“Calcário”**. CAPES Instituição Brasileira. Disponível em <<http://escola.britannica.com.br/levels/fundamental/article/calc%C3%A1rio/481747>>. Acesso em 12 de julho de 2017.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **A importância de se conhecer o CTC do solo**. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/01/o-ph-do-solo-e-disponibilidade-de.html>> Acesso em 13 setembro de 2016.

CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A. & FONSECA, A.F. **Calagem na superfície em sistema plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 24:161-169, 2000.

CARDOSO, Flávio. **Calagem é método barato de aumento de produtividade ainda subestimado no Brasil**. Aplicação de calcário agrícola não chega a dois terços do recomendado por pesquisadores. Blog- Técnico de Agronegócio, 2014.

CASAGRANDE, Maria Joana. **Soja convencional x Soja transgênica**. Jornal da UEM, Maringá, Julho, 2011.

CASTILHOS, Z.M.S.; FREITAS, J.M.O. & GUTTERRES, J. **Aplicação superficial de calcário e adubos numa pastagem nativa**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 6, p.181-187, 2000.

CATANI, R. A; GALLO, J.R. Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estados de São Paulo mediante a correlação entre pH e a saturação de bases. **Revista de Agricultura, Piracicaba**, v. 30, 1995, p.49-60.

CAVALEIRO, M. Neli; BELEZA, M. Domingas. **Os fertilizantes- Introdução**. FQ9 – viver melhor na terra (2008), Edições Asa, Rio Tinto, 1ª edição.

CHAVES, Marcio Luiz. **Acidez do Solo**. Agronomia pela UFLA. Equipe RehAgro, fevereiro, 2005.

CHIBA, Marcio koiti. **Calagem e Gessagem de Subsolos Ácidos Produtividade de Culturas**. Biblioteca Virtual, fonte referencial de informação para a pesquisa apoiada pela FAPESP, Campinas- SP, março, 2011.

CONCEIÇÃO, Iara Generora da; JARDIM, Andreia Nunes de Oliveira. **O Alumínio no solo Cerrado**. Ciências exatas e da Terra. 63ª Reunião Anual da SBPC, 2016.

CURY, Anay. **Transgênicos são 93% da área plantada com soja, milho e algodão**. G1 Agro. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/08/transgenicos-sao-93-da-area-plantada-com-soja-milho-e-algodao.html>>. Acesso 21 de julho de 2017.

EDCHART, Cínara Lima; MOLINA, Suzana Cavalli. Fitotoxicidade do alumínio: Efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 531-541, 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Arroz e Feijão**. Cultivo do Feijoeiro Comum. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica. 2003. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao>>. Acesso em: 18 de julho de 2017.

EMBRAPA, **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil, 2014**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/975595/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2014>>. Acesso em 18 de julho de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FACCHINI, I; ABREU, M. F. de; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H. Otimização do procedimento usado na determinação espectrofotométrica de fósforo em solos após extração com resinas de troca iônica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 18, p.7 -13, 1994.

FAEP, **Cultivo de Transgênicos** cresceu 13% e ultrapassa 100 milhões de hectares. Disponível em: <<http://www.faep.com.br/boletim/bi943/bi943pag09.htm>>. Acesso em 18 julho de 2017.

FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, SBCS, 2006.

FERREIRA, Reinaldo. P.; MOREIRA, Adônis; RASSANI, J.B. **Toxidez de alumínio em culturais anuais**. 1º Ed. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Acidez do solo**. Mundo Educação. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/acidez-solo.htm>>. Acesso em 16 de setembro de 2016.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "**Adubos Orgânicos e Inorgânicos**"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/adubos-organicos-inorganicos.htm>>. Acesso em 18 de julho de 2017.

GIRACCA, Ecila Maria Nunes; NUNES, José Luís da Silva. **Fertilizantes**. Agrolink. Disponível em <http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_enxofre.aspx>. Acesso 13 de setembro 2016.

HARTWIG, Irineu; OLIVEIRA, Antônio Costa de; CARVALHO, Fernando Irajá Félix de; BERTAN, Ivandro; SILVA, José Antônio Gonzalez da; SCHMIDT, Douglas André Mallmann; VALÉRIO, Igor Pires; MAIA, Luciano Carlos; FONSECA, Daniel Andrei Robe; REIS, Cecília Estima Sacramento dos. **Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 2, p. 219-228, abr./jun. 2007.

INÊS, Maria. Biotecnologia- III. Disponível em <<https://pt.slideshare.net/mainamgar/biotecnologia-iii>>. Acesso em 18 de julho de 2017.

JUNIOR, Jean. **Acidez do solo e calagem**. Centro de ciências exatas e tecnológicas. Disponível em <https://www.trabalhosgratuitos.com/Exatas/Agronomia/ACIDEZ-DO-SOLO-E-CALAGEM-839313.html>. Acesso em 15 de julho de 2017.

KLANT, Egon; MEURER, Egon José. **Fundamentos de química do solo**. 1º Ed. Porto Alegre: Editora Genesis, 2000.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Traduzido e adaptado, Piracicaba, 1998.

LOPES, Alfredo Scheid; SILVA, Marcelo de Carvalho; GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. **Acidez do Solo e Calagem**. ANDA Associação nacional para Difusão de Adubos, São Paulo, 1991, 17p.

LURIUCHE, Vagner. **Resumo Bibliográfico da Fertilidade do Solo**. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgVGQAB/resumo-bibliografico-fertilidade-solo>>. Acesso em 12 de setembro de 2016.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1992. 124p.

MARIOT, E.J. Ecofisiologia do Feijoeiro. In: IAPAR (Ed.). O feijão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1989.

MASNELLO, Daniel Orlando. **ADUBAÇÃO ORGÂNICA, vantagens e desvantagens**. Grupo de extensão de São Pedro. Publicado em 28 de junho de 2016.

MENEZES, Sabrina Mecca de; TILLMANN, Maria Ângela André; DODE, Luciana Bicca; VILLELA, Francisco Amaral. Detecção de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato por métodos baseados na atividade de enzimas. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v 26, n 2, p. 150- 155,2004.

MILANESI, Júnior Henrique. **Adubação da cultura da soja, baseada nos teores de fósforo e potássio no solo**. Universidade Federal de Santa Maria Colégio Politécnico da UFSM Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão. Santa Maria, RS, Brasil, 2015.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas**. 2007.

NATALE, William et al. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, p. 1475-1485, Nov/Dez, 2007.

NEVES, Igor; SILVEIRA, Victor Hugo da. **Calagem: Importância e Aplicação**. UNIFÉRTIL Universal de Fertilizantes S.A. vol. 006, ano 03, Maio, 2014.

OLIVEIRA, M. W. et al. **Doses de corretivo e alterações químicas em dois solos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004 Campina Grande, 23 a 26 de Nov. 2004. Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

OLMOS, I.L.J.; CAMARGO, M. N. **Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição**. Ciência e Cultura 28: 171-180, 1976.

PAVINATO, P.; CERETTA, C. **Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação**. Ciência Rural, v. 34, n. 6, nov-dez, 2004.

PEDROLO, Caroline. **Alumínio**. Info escola. Disponível em <<http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/aluminio/>>. Acesso em 11 de setembro de 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Solo"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-solo.htm>>. Acesso em 24 de maio de 2016.

PESQUERO, João B; BAPTISTA, Heloisa A; MOTTA, Fabiana L. T.; OLIVEIRA, Suzana M. de. **Aplicações dos animais transgênicos**. O aperfeiçoamento genético de animais para fins científicos, médicos e econômicos ganhou enorme ímpeto com a técnica da transgênese. Produtos originários de organismos transgênicos tendem a se tornar cada vez mais difundidos. Ed.56. Janeiro 2007.

PEREIRA, Flávio. **Adubos Orgânicos e Inorgânicos**. Agropecuária. Disponível em <<http://meioambiente.culturamix.com/agricultura/adubos-organicos-e-inorganicos>>. Acesso em 18 de julho de 2017.

QUAGGIO, J.A. et al. Correspondência de valores de pH_{smp} e de $H + Al$ (em $mmol_c dm^{-3}$). Valores válidos para as condições do Estado de São Paulo. IN: Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: instituto da Potássio e Fosfato, instituto internacional da potassa, 1981.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo no Brasil**- contribuições do Instituto Agrônomo de Campinas, 2010.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Revista. Atual**. Campinas, Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 2ª ed 1997.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade de Campinas, Instituto Agrônomo (**Boletim técnico, 81**), p.31, 1983.

RAIJ, Bernardo Van; ANDRADE, João Carlos de; CANTARELLA, Heitor; QUAGGIO, José Antônio. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Instituto Agrônomo Campinas (SP), 2001.

RAIJ, B. Van; CATARELLA, Heitor; ZULLO, M. A. Teixeira. O Método Tampão SMP para Determinação da Necessidade de Calagem de Solos do Estado de São Paulo. **Revista Científica do Instituto Agrônomo**, Campinas, v 38, nº 7, abril, 1979, p. 57- 69.

RIBEIRO, Amarolina. **"O que é lixiviação do solo?"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-lixiviacao-solo.htm>>. Acesso em 06 de julho de 2017.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa, Campinas, 2010.

SANTANA, Moacir Tomas. **Aspecto positivos e negativos da soja transgênica**. Monografias, Brasil Escola, 2007.

SANTIAGO, Antônio Dias; ROSSETO, Raffaella. **"Calagem"**. Agência Embrapa de Informação Tecnologia. 2001.

SANTOS, A. O; SILVA, R. P; ANDRADE, D.; LIMA. **Dificuldades e Motivações de Aprendizagem, em química de dos alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/QUÍMICA)**. Departamento de química/ Laboratório de ensino médio. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão- SE, vol. 9, 2012, 7 p.

SILVA, A.A. **Toxicidade de alumínio em trinta genótipos de *Panicum Maximum Jacq.*** Cultivados em solução nutritiva. Piracicaba- ESALQ-USP, 1997.

SILVA, Cláudio Ricardo da; SOUZA, Zigomar Menezes de. **Eficiência do uso de nutrientes em solos ácidos: manejo de nutrientes e uso pelas plantas**. UNESP, abril de 1998.

SILVA, Rafael Branco. **Aprender brincando o ensino da química através dos jogos**. Universidade Estadual da Paraíba Curso de Especialização em Fundamentos da Educação e Práticas Pedagógicas Interdisciplinares. Departamento da PROED Princesa Isabel- PB. Outubro, 2014. 44p.

SYK, Lily. **Agropecuária**. Agropecuária Brasileira. Disponível em <<http://umaordemdospock.blogspot.com.br/2013/11/agropecuaria-brasileira.html>>. Acesso em 18 de julho de 2017.

TÉRAN, H.; SINGH, S.P. **Comparison of sources and lines selected for drought resistance** in common bean. Crop Science, Madison, v.42, n.1, p.64-70, 2002.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2ª ed, 2006. 600p.