

**INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA**

CAMPUS ARAQUARI

CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE INTEGRADO)

PROJETO INTEGRADOR FASE DA DEFESA

ELIAKIN SATO DE BORBA

ERICH GRÜNFELD FILHO

LUCAS KLUCK RAUPP

LUÍS GUILHERME HARTIN

MATHEUS SKORKA

**EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA EM PRESENÇA DE COBRE E
VERMICULITA NO SOLO**

ARAQUARI/SC

2015

ELIAKIN SATO DE BORBA
ERICH GRÜNFELD FILHO
LUCAS KLUCK RAUPP
LUÍS GUILHERME HARTIN
MATHEUS SKORKA

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado 'Projeto Integrador' do curso técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Santa Catarina- Campus Araquari

Orientadora: Dra. Karine Arend

Coordenador: Dr. Élder Mantovani

ARAQUARI/SC

2015

Sumário

1. OBJETIVOS	3
1.1. Objetivo geral.....	3
1.2. Objetivos específicos.....	3
2. JUSTIFICATIVA.....	4
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
3.1 Cobre no solo	6
3.2 Compostos no solo que afetam o teor de cobre disponível	7
3.3 Interação do cobre com os minerais	8
3.4 Cobre na planta	8
4. METODOLOGIA	9
5. RESULTADO E DISCUSSÕES.....	11
5.1 Análise do desenvolvimento da planta.....	11
5.3 Análise do solo.....	15
6. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
ANEXOS.....	18

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo geral

Verificar o efeito da adição da vermiculita no desenvolvimento da planta em solos contaminados com cobre.

1.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse projeto foram:

- avaliar o efeito do cobre no desenvolvimento da planta;
- observar o efeito da vermiculita no desenvolvimento da planta;
- determinar o teor de clorofila nas plantas dos experimentos.

2. JUSTIFICATIVA

Araquari, município brasileiro do norte do estado de Santa Catarina, destaca-se principalmente pela sua atividade econômica alicerçada, sobretudo, na agricultura com destaque para as culturas de arroz e banana (EVARISTO, 2013). O cultivo de banana, fruta rica em fibras, constituída de aproximadamente 70% de água, necessita de clima e solo específicos. Esses fatores determinantes quando atendidos, promovem um melhor desenvolvimento da planta, a bananeira. Ambientes com umidade relativa acima de 80% favorecem esse desenvolvimento. Tais predisposições são muito bem encontradas na região de Araquari, o que facilita o plantio da bananeira. Porém, uma alta umidade relativa também possibilita maior influência de doenças nas folhas e frutos. (NETO *et al.*, 2009)

Entre as possíveis doenças estão as causadas por fungos, como por exemplo, pelo fungo: *Mycosphaerella fijiensis*. Este fungo é o agente causador da doença conhecida como ‘*sigatoka negra*’, caracterizada pela formação de manchas escuras nas folhas da bananeira, o que reduz os tecidos fotossintetizantes e, conseqüentemente, os rendimentos brutos. Pelo fato da bananeira não emitir mais folhas novas após o florescimento, a doença torna-se extremamente destrutiva em diversas plantas. Essa doença é bastante comum em várias regiões do Brasil, e é uma das responsáveis pela diminuição da produção da banana.

Existem vários fungicidas que combatem essa e outras doenças, entre eles, a calda bordaleza. Esta calda é uma fungicida e também tem propriedades que atuam contra infecções por bactérias e determinadas pragas em plantas. Por mais que esse fungicida tenha, em geral, uma ação benéfica, pode-se ter efeitos prejudiciais se usada em quantidades excessivas: a modificação da composição do solo e o excesso de cobre necessário para a planta são alguns dos fatores negativos. Portanto, é preciso verificar como ocorre o desenvolvimento das plantas nestas condições desequilibradas. De acordo com (NETO *et al.*, 2009) o ciclo de vida da Bananeira é de 80 a 150 dias, visto que o cultivo de bananeira demanda muito tempo e um grande espaço, requisitos que são inviáveis de serem atendidos, por isso usamos alface que o ciclo de vida para colheita é de 21 a 30 dias.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A bananeira, cultivada na região, necessita de condições climáticas adequadas, como citado por Cordeiro (2015):

“A bananeira é uma planta tropical, necessita de calor constante e umidade elevada, a temperatura é um fator muito importante pois está ligado diretamente ao processo respiratório e fotossintético da planta, e também está relacionado ao fator altitude, luminosidade e ventos. As temperaturas mais apropriadas para o desenvolvimento da planta são entre 26 °C e 28 °C e não passando da mínima de 15 °C e também não passando da máxima de 35 °C. As bananas expostas a temperatura muito altas causam a desidratação da seu caule e folhas. Precipitação: para se ter uma boa colheita deve-se ter precipitações de 100 mm/mês em solos com boa capacidade de retenção de água, 180 mm/mês para solos com uma capacidade de retenção de água menor.”(CORDEIRO, 2015)

As condições climáticas da região são importantes para um bom desenvolvimento da planta, porém o uso de fungicidas é fundamental para evitar algumas doenças. Um exemplo bastante usual, é a calda bordalesa: de acordo com Motta (2008), *‘é um insumo utilizado em hortas e pomares orgânicos, eficaz principalmente em controlar doenças por fungos nas plantas (míldio, ferrugem, etc..), com um efeito secundário contra bacterioses, também usada como repelentes contra insetos.’* O mesmo autor afirma que: *‘seu uso é permitido na agricultura porque seus componentes (sulfato de cobre e cal) são pouco tóxicos, além de contribuir para o equilíbrio nutricional das plantas, fornecendo cálcio e cobre.’* Esse fungicida tem sido largamente usado devido ao baixo preço, e é um dos mais antigos:

“A Calda bordalesa foi descoberta praticamente por acaso, no final do século XIX, por um agricultor que estava tratando sua plantação de videira com uma solução de água e cálcio para que seu plantio que era perto da estrada não fosse roubado. Após isso um pesquisador chamado Millardet descobriu que esse

efeito foi dado ao leite de cálcio ter sido preparado em tachos de cobre, daí em diante desenvolveu pesquisar para chegar a formulação adequada da proporção entre cal e o sulfato de cobre. Calda bordalesa é uma das formulações mais antigas e mais eficazes que se conhece.” (NETO, 2008)

Considerando que a aplicação depende da cultura, e que seu uso é responsável pelo alto teor de cobre em solos de algumas culturas, Motta (2008) ressalta que *‘Para evitar excesso de cobre no solo (toxidez), algumas certificadoras limitam a utilização do elemento em 3kg /ha/ano, ou 12kg de sulfato de cobre com 25% de cobre. ‘Essa adição constante para elevar o teor de cobre no solo comprometendo o desenvolvimento da planta.*

3.1 Cobre no solo

O cobre faz parte dos elementos químicos considerados micronutrientes, sendo incluído no ciclo bioecológico e apresentando papel essencial na nutrição das plantas. Porém, sua alta concentração na solução do solo pode ser tóxica para plantas, animais e ao homem (KING, 1996).

As principais fontes antropogênicas de cobre no solo são mineração e beneficiamento de seus produtos, aplicação de fungicida e corretivos agrícolas, fertilizantes, lodos de esgotos urbanos ou industriais, queima de combustíveis fósseis, águas residuais e resíduos de indústrias de beneficiamento químico. Portanto, o uso continuado de um defensivo agrícola, como a calda bordalesa na agricultura pode causar o acúmulo do elemento no solo (MARTINS SUSIAN, 2005).

Sabe-se que teores muito altos de cobre no solo podem prejudicar o desenvolvimento da planta pois, há uma relação entre o desenvolvimento da planta com o teor de cobre no solo, sendo que, quanto maior o teor de cobre adicionado ao solo menor o seu desenvolvimento. Com isso, verifica-se a diferença do desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular para plantas coletadas das amostras incubadas com teores de cobre elevados. O sistema radicular das plantas em solos com maior teor de cobre é pouco desenvolvido, impossibilitando a absorção de outros nutrientes necessários para o desenvolvimento sadio das plantas (AREND, 2010).

Os metais pesados, dentre eles o cobre, são retidos pelos solos de três formas: pela adsorção nas superfícies das partículas minerais, pela complexão por substâncias húmicas em partículas orgânicas e por reações de precipitação (KHAN; SCULLION, 2000).

O cobre apresenta adsorção específica e fixação muito energética que resulta pouco movimento no solo, a maior parte está presa à matéria orgânica do solo. A deficiência é mais comum em solos arenosos (devido a lixiviação, o processo de extração de uma substância presente em componentes sólidos através da sua dissolução num líquido) e nos ricos em matéria orgânica (isso ocorre porque a matéria orgânica interage fortemente com o cobre, ficando uma pequena quantidade disponível para a planta).

A toxidez para as plantas começa a se manifestar nas raízes que enegrecem e morrem e, em seguida começa a subir atingindo sucessivamente as folhas mais velhas, as intermediárias e por último as mais novas: aparecem manchas aquosas grandes as quais depois ficam enegrecidas como se fossem queimadas (MALAVOLTA EURIPEDES, 2006). A toxidez pode ser corrigida, dependendo do grau, mediante elevação do pH pela calagem ou adição de matéria orgânica (ANDRADE, 1973). A toxidez pode ser corrigida, dependendo do grau, mediante elevação do pH pela calagem ou adição de matéria orgânica (ANDRADE, 1973).

3.2 Compostos no solo que afetam o teor de cobre disponível

A matéria orgânica contribui para elevação do pH do solo, tendendo a diminuir com a sua elevação. Pode-se sugerir também, que ele forme hidróxidos e se precipite a pH elevado, portanto o pH e a matéria orgânica são os fatores que mais afetam direta e indiretamente a biodisponibilidade de cobre (RODRIGUES-RUBIO *et al.*, 2003; YIN *et al.*, 2002).

A umidade do solo também afeta a retenção de metais, sob condições redutoras, a solubilidade de Cd, Cu e Zn diminui, e a de Fe e Mn aumenta (BINGHAM *et al.*, 1976). E os solos, exceto aqueles ricos em areia, são capazes de reter íons chumbo e cobre devido à alta afinidade dos íons Pb^{+2} e Cu^{+2} por constituintes orgânicos e minerais

(SIMÃO; SIQUEIRA, 2001). Assim, acredita-se que a vermiculita, um argilomineral, adicionada no solo possa fixar o cobre, evitando que fique disponível.

3.3 Interação do cobre com os minerais

Alguns argilominerais como vermiculita, têm sido utilizados como adsorventes de um custo ameno, pois apresentam certas características no quesito de reatividade para a remoção de metais pesados. São poucos os estudos realizados no Brasil sobre as interações de cobre com argilas, mas Santos e colegas (2002), citam que há interação entre a vermiculita e cobre. Os íons metálicos do cobre podem ser adsorvidos por constituintes do solo, como os argilominerais e óxidos de ferro e manganês, entre outros.

Nos argilominerais essa adsorção ocorre devido aos grupos AL-OH e Si-OH, podendo adsorver cátions metálicos parcialmente hidrolisados. Segundo Covelo e colaboradores (2007) a vermiculita interage principalmente com cobre e zinco (SILVA *et al.*, 2008).

3.4 Cobre na planta

Segundo Nunes (2002), a falta de cobre afeta a produção de clorofila: ocorre uma reação em cadeia onde a carência de cobre na planta faz com que a planta reduza a produção de cloroplastos (que são as moléculas formadoras de clorofila). Com isso, há uma alteração na tonalidade das folhas, tornando-as verde azuladas. Quando as folhas das plantas perdem sua cor verde, existe uma redução na atividade fotossintética com consequente redução na produção de frutos. A clorofila é um grupo de pigmentos fotossintéticos, onde possui a função de absorver de luz solar para produção de energia química, onde dará início a processos de crescimento da planta. Nas plantas encontram-se as clorofilas A e B, onde podemos diferenciar a clorofila A na posição três em sua cadeia possui um grupo metila já a clorofila B na mesma posição apresenta um grupo aldeído carbonila.

4. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal Catarinense – campus Araquari, no Laboratório de Química e em Estufa de Plantas – Laboratório de produção vegetal (UEA)

Coletou-se a amostra de solo no Instituto Federal Catarinense – campus Araquari. Para a efetuação da coleta, retiramos a cobertura orgânica do solo (restos de folhas e galhos). Colocamos cerca de 80kg desse solo descampado, numa profundidade máxima de 20cm. (profundidade 0-20 cm) com uma pá específica, a cortadeira.

Logo após, a amostra foi passada por um processo de secagem: foi estendida sobre uma lona sob uma estufa (protegido do sol e da chuva). Com a secagem do solo, uma parte será encaminhada à EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária Extensão Rural de Santa Catarina) onde será feita uma análise química e física (arenoso, siltoso, argiloso).

Após a secagem, o solo foi moído manualmente e peneirado (2 mm). Depois, colocado em potes de aproximadamente 500 g. Nesses potes foram plantadas mudas de alface. No solo, foram adicionadas diferentes quantidades de cobre (0, 100, 200, 300, 400, 500 mg kg⁻¹). Também, houve adição 40gkg⁻¹ de vermiculita em alguns potes. Ressaltando que houve potes sem a adição desses componentes (testemunha), potes com somente um desses componentes e potes com a adição dos dois.

Em cada pote foi plantado 5 mudas de alface. Após três dias, retiradas as duas mudas que menos se desenvolverem.

Durante o desenvolvimento das plantas, todas as mudas foram regadas diariamente com água da Casan. A análise das mudas de alface foi determinada o comprimento das raízes, a altura da parte aérea e massa seca. Também o teor de clorofila presente nas folhas. Amostras de solos dos potes foram enviados para a EPAGRI para medir o teor de cobre disponível, e se verificar se a vermiculita faz a sua ação de captar os íons de cobre livre.

Para se fazer esta análise utilizou-se acetona pura 70% (v/v) para retirar a clorofila presente na folha das alfaces, deixou-se estes tubos em aquecimento (banho maria 60

°C) durante 2 horas. Após, foi utilizado o espectrofotômetro UV-vísivel para realizar a medição do teor de clorofila. Foram utilizadas alfaces de três concentrações de cobre adicionando no solo os de (0, 200 e 400 mg.kg⁻¹).

5. RESULTADO E DISCUSSÕES

Os resultados desse projeto estão mostrados nas Figuras 01, 02, 03, 04, 05 e 06.

5.1 Análise do desenvolvimento da planta

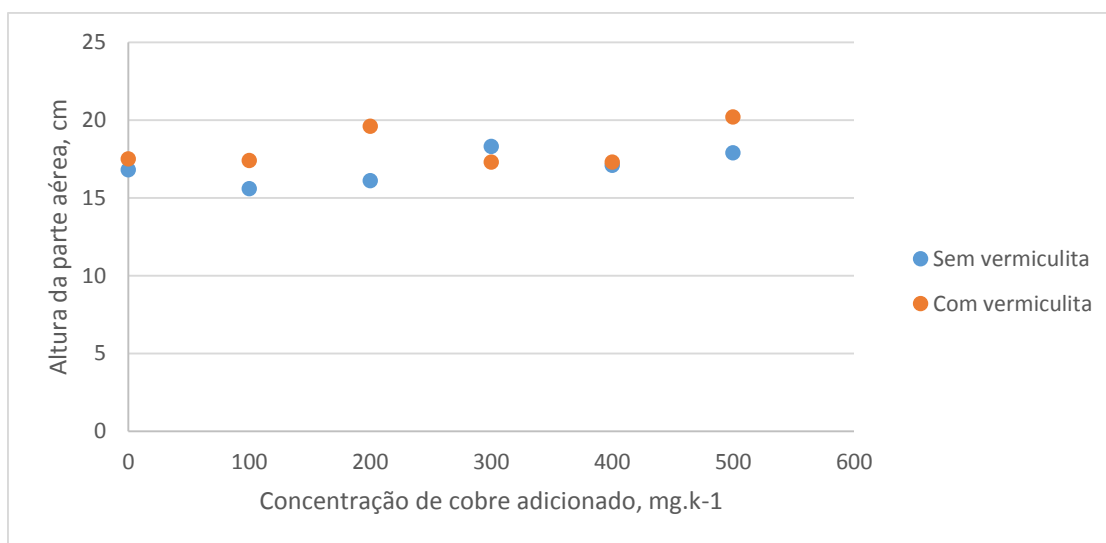


Figura 01. Relação da quantidade de cobre adicionado e altura da planta

Observando as curvas da figura 01, percebe-se que as plantas tiveram um crescimento padrão entre 17 e 18 cm, como em alta concentração não houve prejuízo para o desenvolvimento da planta, sugere-se que o solo utilizado possuía uma pequena quantidade de cobre, portanto este excesso de cobre em vez de prejudicar à planta, beneficiou a mesma. Considerando alto teor de material orgânica no solo, o cobre adicionado pode ter ficado retido nesse material, assim como em outros compostos. Assim, possivelmente a vermiculita além de absorver o excesso de cobre, afetou também o desenvolvimento da planta absorvendo outros nutrientes.

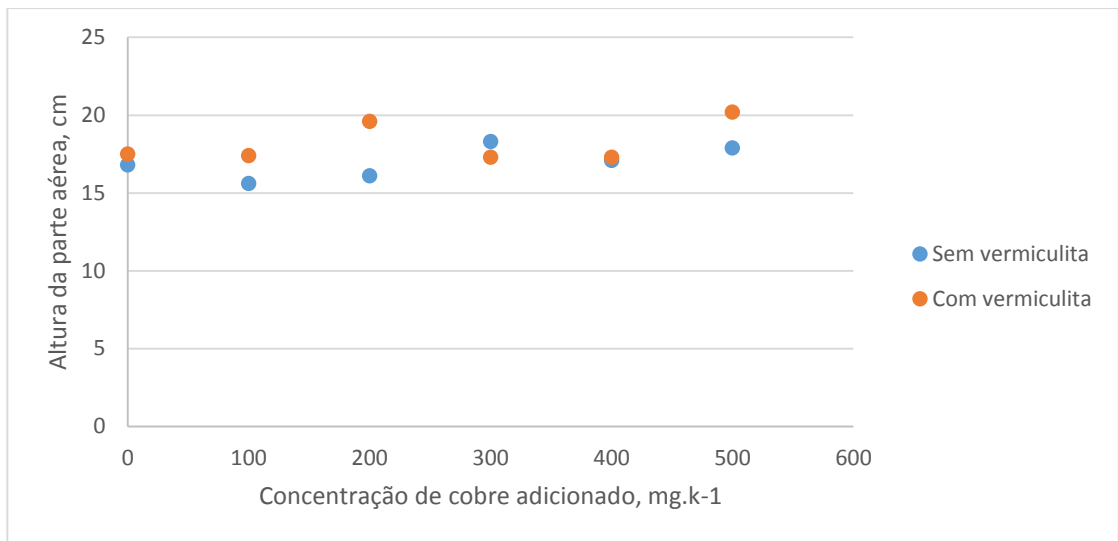


Figura 02. Relação da quantidade de cobre adicionado e o comprimento das raízes.

Observando a figura 02 percebe-se que, à diferença na presença ou não de vermiculita, o comprimento das raízes variou de 12,7 à 18,7 cm.

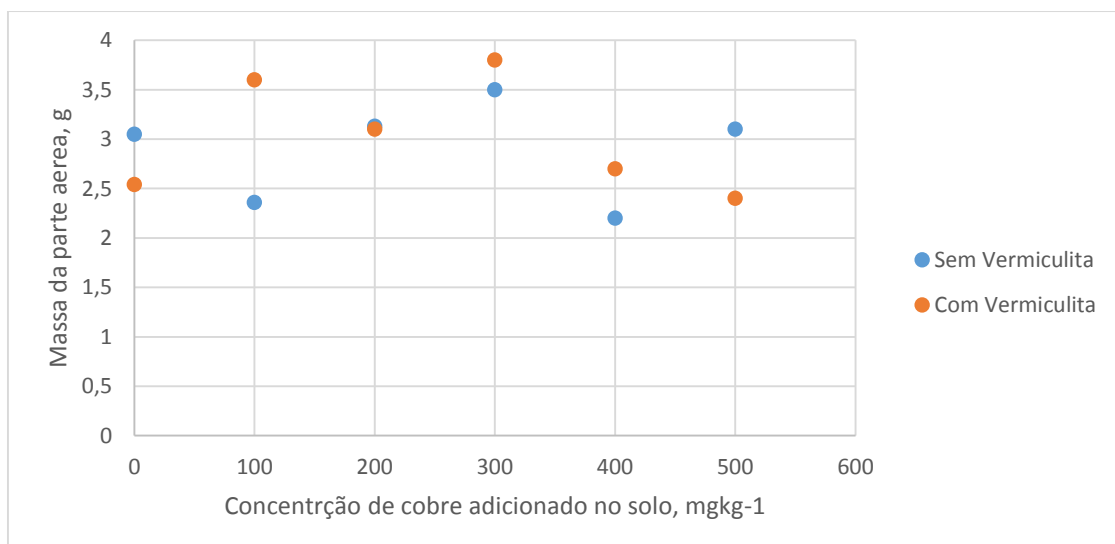


Figura 03. Massa seca da parte aérea da planta

Observando as curvas da figura 03 e comparando o gráfico à discussão da figura 01, pode-se concluir que em plantas nas quais o crescimento foi inibido por ação da vermiculita a massa seca foi menor.

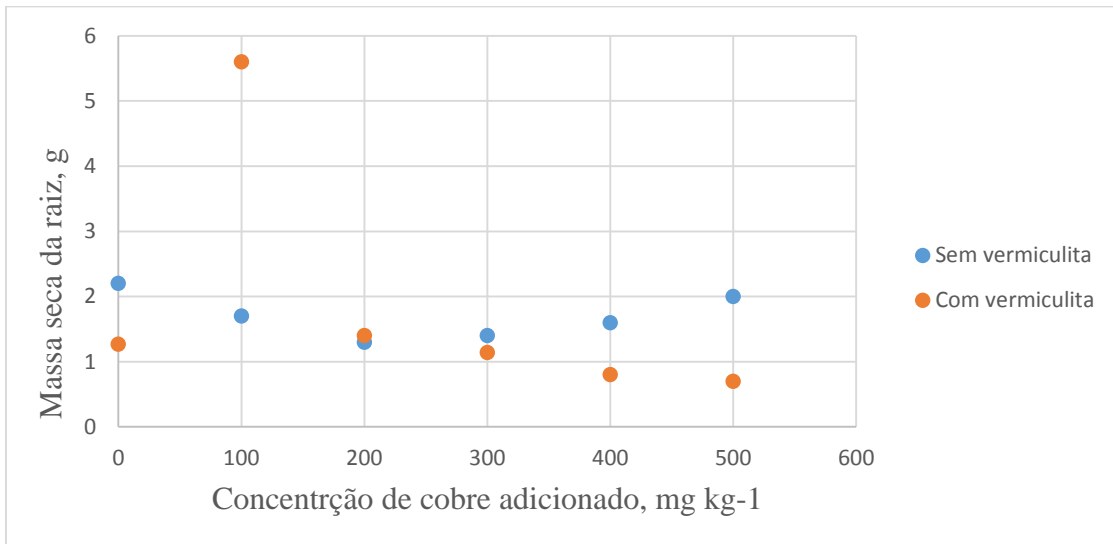


Figura 04. Massa seca da raiz.

Observando a figura 04 e comparando com a discussão da figura 02, conclui-se que possivelmente, o fator de a vermiculita aerar a terra possibilitou maior desenvolvimento da raiz, conseqüentemente uma maior massa quando na presença de vermiculita.

A figura 05 mostra os valores de clorofila para plantas cultivadas em solos com diferentes teores de cobre, percebe-se que os teores de clorofila tiveram uma maior produção nas amostras 1 e 2, onde possuíam vermiculita, verifica-se que o cobre disponível no solo foi bom para a produção da mesma de clorofila, já na amostra 3 a produção na muda sem vermiculita foi maior.

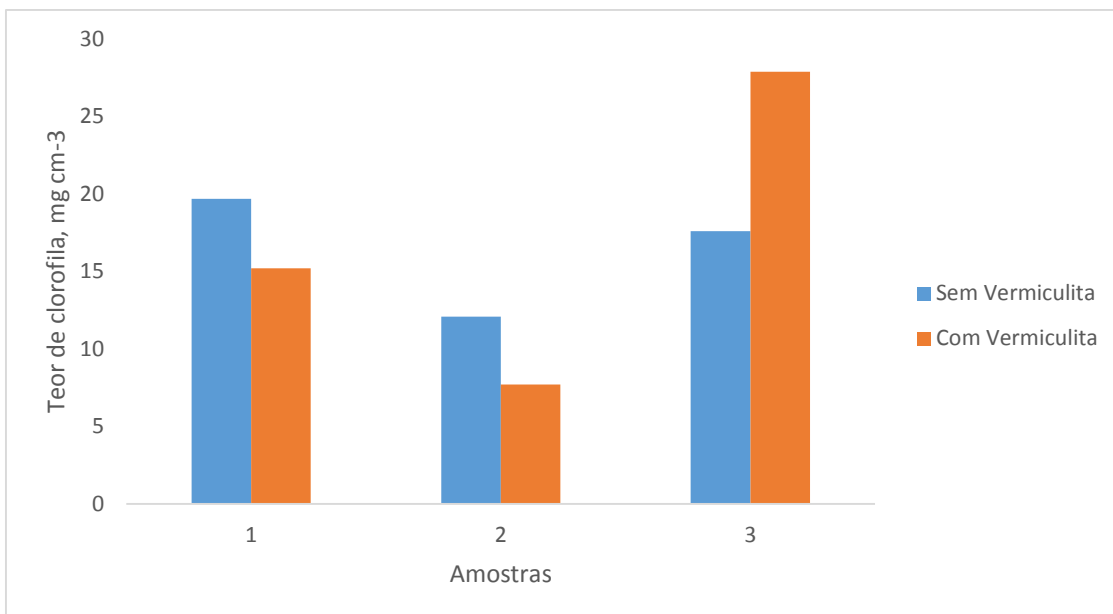


Figura 05. Teor de clorofila A

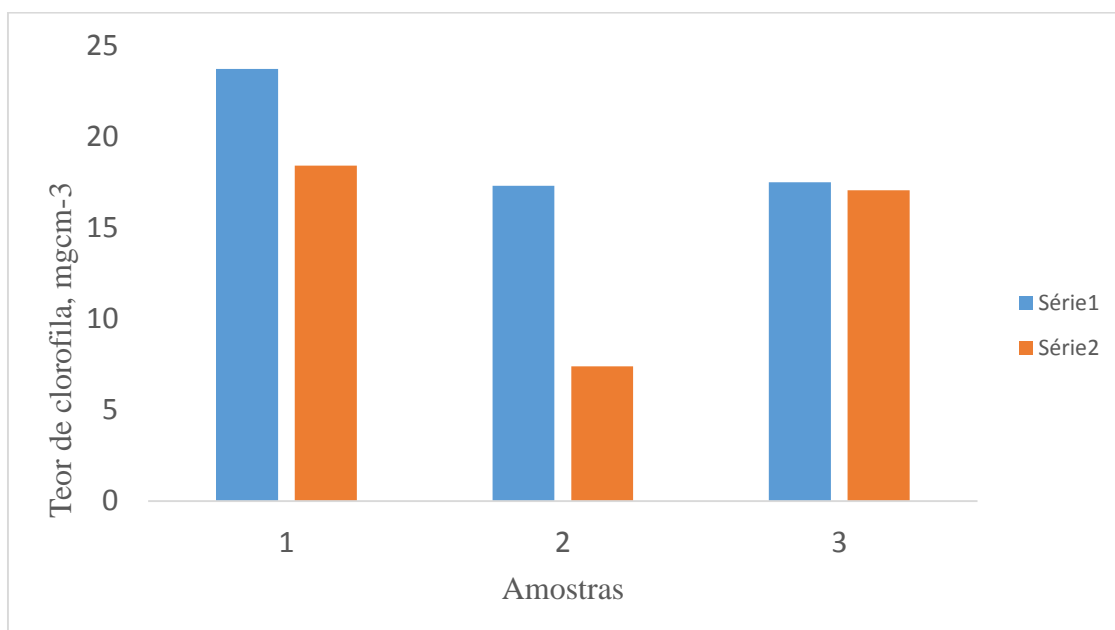


Figura 06. Teor de clorofila B.

Observando o gráfico da figura 06, percebe-se que estas amostras produziram clorofila parecida com a clorofila A, porem na amostra de 400 mg.kg⁻¹, foram iguais as produções de clorofila A e B.

5.3 Análise do solo

Os solos podem ser classificados em três tipos, o tipo 1 é o solo arenoso; tipo 2, utilizado na pesquisa, é o solo de textura média; tipo 3 é o solo argiloso. Os valores apresentados na Tabela 01 indicam que o teor de areia é de 61%.

Tabela 01. Teores de areia, silte e argila do solo estudado

Material	Teor, %
Argila	18
Silte	21
Areia	61

Tabela 02. Parâmetros químicos do solo

Parâmetro	Valor
pH	5,6
P	6,1 mg/dm ³ (baixo)
K	32,0 mg/dm ³ (baixo)
Ca	11,1 cmol/dm ³ (alto)
Mg	1,6 cmol/dm ³ (alto)

A Tabela 02 mostra os parâmetros químicos do solo. Percebe-se que o pH baixo, considerado ácido e os baixos teores de fósforo e potássio indicam um solo que nunca sofreu intervenção agrícola (descampado). Os altos teores de cálcio e magnésio são característicos do solo da região.

6. CONCLUSÃO

Em relação aos resultados discutidos anteriormente, conclui-se que:

- o desenvolvimento da planta em diferentes concentrações de cobre foi variado;
- a presença de vermiculita afetou o desenvolvimento da planta;
- em solos com grande quantidade de cobre, o emprego da vermiculita torna-se útil para equilibrar excessos de íons garantindo uma maior produtividade;
- em solos com pouca quantidade de cobre disponível, a aplicação da vermiculita pode prejudicar o crescimento da planta já que retêm os íons necessários para o desenvolvimento da mesma;
- em concentrações maiores de cobre e sem presença de vermiculita tiveram produção de clorofila A maior, já em concentrações menores possuíram produção parelha em ambas amostras;
- em relação a clorofila B, a produção maior em concentrações baixas de cobre e em concentrações altas tiveram uma produção igual.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

ABREU, C.A.; ABREU, M.F.; BERTON, R.S. **Análise química de solo para metais pesados**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2002. v. 2.

BRANDY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1979. 647 p.

DICK, D.P. *et al.* **Estudo comparativo da matéria orgânica de diferentes classes de solos de altitude do sul do Brasil por técnicas convencionais e espectroscópicas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 6, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

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

ERNANI, Paulo Roberto *et al.* **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages [s.n.], 2008. 230 p.

MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p. ISBN 8531800471.

MELO, Vander de Freitas *et al.* **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 695 p.

NOVAIS, Roberto Ferreira *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Ed. UNESP, 2008. p. 92.

SANTOS, Raphael David. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: [s.n.], 2005. 92 p.

SCHNEIDE, Paulo. **Morfologia do solo**. Rio Grande do Sul: [s.n.], 2007. 66 p.

SOBRINHO, Nelson Moura do Amaral *et al.* **Química e mineralogia do solo**. Minas Gerais: [s.n.] 2009. 695 p.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

VIEIRA, Lucio Salgado *et al.* **Manual da ciência do solo**. São Paulo: [s.n.], 1975. 464 p.

ANEXOS



Sem cobre, com vermiculita



Sem cobre e sem vermiculita



10 ml de cobre, com



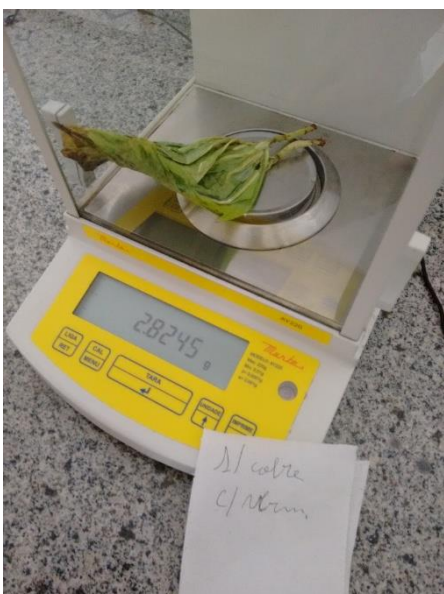
10 ml de cobre, sem vermiculita

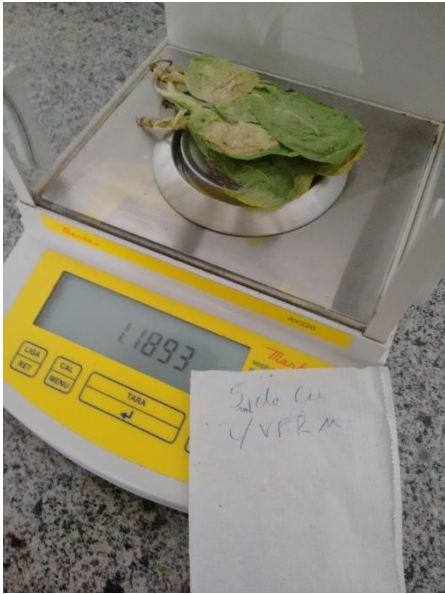


20 ml de cobre, com vermiculita



20 ml de cobre, sem vermiculita





Pesagem para determinar a massa seca