

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ETEC OSASCO II

Curso Técnico de Química

**ALINE BUENO CARRENHO
FELIPE MOURA DIAS
REBECCA FASCINA
RHUBIA SOARES
TIAGO VIANA DA SILVA**

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA VINHAÇA EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES, NO SOLO E NO MILHO VERDE HÍBRIDO DA
ESPÉCIE *Zea mays***

São Paulo

2015

**ALINE BUENO CARRENHO
FELIPE MOURA DIAS
REBECCA FASCINA
RHUBIA SOARES
TIAGO VIANA DA SILVA**

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA VINHAÇA EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES, NO SOLO E NO MILHO VERDE HÍBRIDO DA
ESPÉCIE *Zea mays***

Projeto apresentado ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, do Curso de Química, da ETEC Osasco II, como requisito para obtenção da conclusão do 4º Módulo do Curso Técnico de Química.

Orientadores:

Prof. Vitor Amaral;

Prof. Dr. Sandro de Miranda.

São Paulo

2015

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Biofertilizante	6
2.2 Vinhaça	8
2.3 Fertirrigação	9
2.4 Fermentação	10
2.5 Destilação	11
2.6 Cultivo do Milho Verde	12
2.7 Milho híbrido <i>Zea mays</i>	14
2.8 Relações entre Fertilizantes com o solo	15
2.9 Determinações de Matéria Seca	16
2.10 Análise Química Titulométrica	16
2.11 Análise Qualitativa de Biureto	18
3. METODOLOGIA	20
3.1 Preparo das soluções de vinhaça	20
3.2 Germinação	22
3.3 Cultivo-Fertirrigação	24
3.4 Análise do Teor de Massa Seca	28
3.5 Preparação de Biureto e Análise de Biureto	30
3.6 Análise Titulométrica	32
5. REFERÊNCIAS	35

Felipe Moura Dias
Tiago Viana da Silva

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA VINHAÇA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES,
NO SOLO E NO MILHO VERDE HÍBRIDO DA ESPÉCIE *Zea mays***

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, apresentado à Etec Osasco II, como requisito parcial para a obtenção do Título de Técnico em Química, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Aline Fioratto Barcellos - Professora Responsável pela Disciplina de
Desenvolvimento de Conclusão de Curso – Etec Osasco II

Prof.^a Maira Akemi Casagrande Yamato

Prof.^a Marisa da Costa Alvez Azevedo

Prof.^a Lucia Regina de Jesus

Sílvia Helena Fernandes
Coordenadora do Curso Técnico em Química
Osasco
2ºSemestre/2014

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC OSASCO II – VILA DOS REMÉDIOS – OSASCO

Termo de Autorização de Divulgação do Trabalho de conclusão de Curso - TCC

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no Curso Técnico em Química, na qualidade de titulares dos direitos morais e patrimoniais de autores da Obra **“EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA VINHAÇA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES, NO SOLO E NO MILHO VERDE HÍBRIDO DA ESPÉCIE *Zea mays*”**, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Etec Osasco II, município de Osasco, em 03 Dezembro de 2015, AUTORIZAMOS o Centro Paula Souza reproduzir integral ou parcialmente o trabalho e/ou disponibilizá-lo, a partir desta data, por tempo indeterminado.

Osasco, ____ de _____ de 2015.

Nome dos Alunos	RG	Assinatura
Felipe Moura Dias	39.195.904-9	
Tiago Viana da Silva	38.907.256-4	

Cientes:

Vitor Amaral
Professor Orientador

Sílvia Helena Fernandes
Coordenador de Área

CARTA DO ORIENTADOR

Eu, **Profº Vitor Amaral** declaro ter lido a versão final desta monografia.

Vitor Amaral

Dezembro, 2015

RESUMO

Os fertilizantes nitrogenados estão entre os mais utilizados e são responsáveis por causarem maior impacto ambiental. De acordo com a Associação Internacional de Fertilizantes (IFA), a produção desses compostos é responsável por 94% do consumo de energia de toda produção de fertilizantes. Os principais combustíveis utilizados são o gás natural (73%) e o carvão mineral (27%), ambos fósseis, cujas emissões de dióxido de carbono (CO₂) contribuem com o processo de desequilíbrio do efeito estufa, logo, favorecem o processo de aquecimento global. A fabricação consome aproximadamente 5% da produção anual de gás natural. (AIRES, 2012).

O biofertilizante obtido a partir do caldo de cana, no entanto corresponde ao resíduo final da fabricação do álcool etílico por via fermentativa, a vinhaça é rica em matéria orgânica detentora três importantes componentes: nitrogênio, fósforo e potássio.

Neste projeto a produção do biofertilizante foi realizada a nível laboratorial, com o objetivo de analisar sua aplicação e efeitos no solo e na planta de milho verde híbrido da espécie *Zea mays*. Para tanto foram utilizadas diferentes concentrações do produto (vinhaça) obtido a partir da evaporação do álcool após sua fermentação, e realizado aplicações deste em plantas de milho verde. Para analisar sua eficiência solo-planta, foram realizados testes de verificação da quantidade de íons H⁺ no solo por titulometria e análise de massa seca para verificar a quantidade de biomassa absorvida pela cultura de milho verde.

Palavras-chave: Vinhaça. Fertilizante. Milho verde

ABSTRACT

Nitrogen fertilizers are among the most used and shall be responsible to cause a greater environmental impact. According to International Fertilizers Association (IFA), the production of these compounds is responsible for 94% of energy consumption of all the production of fertilizers. The main fuels used are natural gas (73%) and mineral coal (27%), both fossils, which carbon dioxide emissions (CO₂) contribute to the process of imbalance of greenhouse effect, then, promote the process of global warming. The manufacture consumes approximately 5% of annual natural gas productions. (AIRES, 2012).

The fertilizer obtained from vinasse, however, correspond at the final residue of manufacture of ethyl alcohol by way of fermentation, the vinasse is rich in organic matter the owner of three very important components: Nitrogen, Phosphorous and Potassium.

In this project the production of bio-fertilizer was carried out at laboratory level, in order to analyze their applicability and effects on soil and hybrid corn plant of the species *Zea mays*. Therefore, we used different product concentrations (vinasse) obtained from the evaporation of the alcohol after its fermentation and held applications of green corn plants. To analyze its soil-plant efficiency, the amount of ions verification tests were performed H⁺ in the soil by titration and dry matter analysis to check the amount of biomass absorbed by corn crop.

Keywords: Vinasse. Fertilizer. Green corn

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a principal matéria prima utilizada para a produção do etanol é o caldo de cana, o Brasil responde por 35% da produção mundial de etanol, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, que responde por 37,5%.

No processo de obtenção de etanol a partir da cana de açúcar gera um subproduto de bastante destaque, conhecido como vinhaça, vinhoto ou restilo. A vinhaça representa o resíduo pastoso e mal cheiroso que sobra após a destilação fracionada do caldo de cana de açúcar fermentado, para cada litro de etanol produzido, 12 a 15 litros de vinhaça são gerados como resíduo.

A vinhaça é caracterizada como um efluente de destilarias com alto valor poluente sendo 100 vezes mais poluente que o esgoto doméstico e alto valor fertilizante, possuindo nutrientes essenciais como o nitrogênio, potássio e fósforo, além de ser rica em matéria orgânica.

Atualmente esse resíduo possui algumas aplicações e opções de uso como: a produção de proteínas por fermentação anaeróbica; a produção de gás metano; o tratamento para a concentração a 60° Brix e posterior emprego na formulação de ração animal; a utilização como adubo na lavoura ou queima para a produção de fertilizante; e a utilização agrícola do resíduo pelo método de fertirrigação, visando à produtividade e redução no uso de fertilizantes químicos.

A fertirrigação é um processo em que se aplica a vinhaça in natura, possuindo vantagens, como a economia de água no plantio e a adição dos nutrientes, sendo esses, em diferentes quantidades, de acordo com o tipo de mosto de caldo de cana utilizado, sendo uma prática em que se necessita estudo quanto ao volume desta aplicada e a concentração para cada tipo de plantio.

O presente trabalho tem como objetivo utilizar a vinhaça como biofertilizante pela fertirrigação em diferentes concentrações, na cultura de milho verde híbrido (*Zea mays*), para determinar sua eficiência no plantio e possíveis consequências no solo, utilizando-se de análises para a determinação da quantidade de íons H^+ no solo e biomassa absorvida por cada planta de milho verde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biofertilizante

Biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos) (SILVA et al., 2007).

Sobre forma líquida, o biofertilizante é aplicado como fertirrigante, como mostra na figura abaixo, este contém uma complexa composição de nutrientes essenciais às plantas (principalmente nitrogênio e fósforo), atuando como fertilizante e também como defensivo agrícola, erradicando pragas, doenças e insetos (BARROS, 2007).

Figura 1: biofertilizante em forma líquida sendo aplicado em plantação



Fonte:(<<http://cptstatic.s3.amazonaws.com/imagens/enviadas/materias/materia1412/biofertilizante.JP>
G> acesso: 11/12/2015)

O biofertilizante pode ser usado em culturas anuais e perenes, em sistemas convencionais e orgânicos, sendo, principalmente, utilizado em hortas e pomares. Ao final do processo de fermentação, após coar o material, surge o resíduo sólido (borra) que fica na peneira, podendo ser curtido e aplicado no solo como adubo (SILVA et al., 2007).

Biofertilizantes é um modelo mais sustentável do ponto de vista socioeconômico e agroambiental, onde são empregados processos ao invés de produtos, tem resultado em maior sanidade e estabilidade da produção e menor custo: os sistemas de produção orgânica. Nesses sistemas o controle das pragas e doenças, é baseado no equilíbrio nutricional (químico e fisiológico) da planta, buscando-se uma maior resistência da planta pelo seu equilíbrio energético e metabólico (entropia) e uma maior atividade biodinâmica no solo (MEDEIROS et al., 2011).

2.2 Vinhaça

De acordo com a Cetesb (2006) a Vinhaça é um líquido marrom mal cheiroso derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar ou melaço.

A vinhaça é um resíduo gerado na produção do álcool. Para cada litro de álcool são produzidos cerca de dez a 13 litros de vinhaça, com diferentes concentrações de potássio, de acordo com o material de origem (mosto). A vinhaça originária da fermentação do melaço, resíduo da fabricação do açúcar, possui uma maior concentração em relação à vinhaça gerada na fermentação do caldo de cana. Na Tabela 1 são apresentadas as composições químicas de vinhaças oriundas de diferentes tipos de mostos (ROSSETO e SANTIAGO, 2011).

Tabela 1. Composição química de vinhaças conforme o tipo de mosto

Parâmetro	Melaço	Caldo	Misto
pH	4,2 - 5,0	3,7 - 4,6	4,4 - 4,6
Temperatura (°C)	80 - 100	80 - 100	80 - 100
DBO (mg/L O ₂)	25.000	6.000 - 16.500	19.800
DQO (mg/L O ₂)	65.000	15.000 - 33.000	45.000
Sólidos totais (mg/l)	81.500	23.700	52.700
Sólidos voláteis (mg/l)	60.000	20.000	40.000
Sólidos fixos (mg/l)	21.500	3.700	12.700
Nitrogênio (mg/l N)	450 - 1.610	150 - 700	480 - 710
Fósforo (mg/l P ₂ O ₅)	100 - 290	10 - 210	9 - 200
Potássio (mg/l K ₂ O)	3.740 - 7.830	1.200 - 2.100	3.340 - 4.600
Cálcio (mg/l CaO)	450 - 5.180	130 - 1.540	1.330 - 4.570
Magnésio (mg/l MgO)	420 - 1.520	200 - 490	580 - 700
Sulfato (mg/l SO ₄)	6.400	600 - 700	3.700 - 3.730
Carbono (mg/l C)	11.200 - 22.900	5.700 - 13.400	8.700 - 12.100
Relação C/N	16 - 16,27	19,7 - 21,07	16,4 - 16,43
Matéria orgânica (mg/l)	63.400	19.500	3.800
Subst. redutoras (mg/l)	9.500	7.900	8.300

(1) DBO: Demanda bioquímica de oxigênio.

(2) DQO: Demanda química de oxigênio.

Adaptada de: Marques (2006)

A vinhaça, resíduo final da fabricação do Alcool Etílico por via fermentativa, é também conhecida como vinhoto, restilo, caldo ou garapão, dependendo da região. É caracterizada como efluente de destilarias com alto poder poluente e alto valor fertilizante. Sua força poluente é cerca de cem vezes a do esgoto doméstico, decorrente da sua riqueza em matéria orgânica e por possuir três importantes componentes: nitrogênio, fósforo e potássio (BITTENCOURT et al., 1978 apud, LAIME, 2011).

2.3 Fertirrigação

De acordo com a Embrapa (1999), Fertirrigação é a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação conforme a figura abaixo. Esta aplicação é feita aproveitando-se os sistemas de micro irrigação (por gotejamento ou por micro aspersão) ou de aspersão (sob pivô central ou convencional). O uso da Fertirrigação pelo produtor proporciona economia de fertilizantes e de mão-de-obra, maior eficiência na aplicação dos fertilizantes e, conseqüentemente, aumento na produtividade. A Fertirrigação possibilita total controle da quantidade de fertilizantes que devem ser aplicados.

Figura 2: vinhaça utilizada para fertirrigar canaviais.



Fonte: (<<https://www.jornalcana.com.br/lei-sobre-o-uso-de-vinhaca-em-ms-e-proposta-por-pesquisador/>> acesso: 11/12/15)

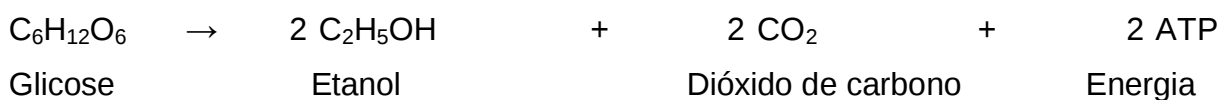
A fertirrigação ou a aplicação de fertilizantes via água de irrigação difere significativamente da aplicação via solo, principalmente porque acelera o ciclo dos nutrientes. Na aplicação convencional, os nutrientes sólidos são depositados próximo à planta e na superfície do solo e precisam esperar a chuva para entrarem na solução do solo. No caso, ficam dependentes das intensidades e das frequências das chuvas para se moverem no solo, podendo ou não ser interceptados pelo sistema radicular (COELHO, 2006).

A fertirrigação é uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizante às plantas, principalmente em regiões de climas árido e semiárido, por causa da necessidade de irrigação para o cultivo das plantas. Assim, ao aplicar os fertilizantes em menor quantidade por vez, e com maior frequência, pode-se manter um teor de nutrientes no solo nas quantidades exigidas nas diferentes fases do ciclo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (Silva, 2010).

2.4 Fermentação

A transformação da matéria-prima em álcool é efetuada por microrganismos, usualmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, por meio da fermentação alcoólica. Para que a fermentação tenha sucesso, dentro de especificações técnicas, é muito importante que se misture ao mosto uma quantidade de leveduras capaz de converter os açúcares em álcool e gás carbônico, dentro de determinadas condições. Este conjunto de microrganismos recebe o nome de pé-de-cuba ou simplesmente fermento (ALCARDE, 2015).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é o agente biológico da fermentação alcoólica, na qual os açúcares são transformados em etanol e dióxido de carbono, segundo a reação química: (MALAJOVICH, 20-?).



A fermentação resultará na transformação dos açúcares existentes no caldo em álcool etílico comercialmente conhecido como etanol (TEIXEIRA, 2013).

O ganho em produtividade por meio de fermentações rápidas aumenta a produção diária e reduz, conseqüentemente, o custo de produção e o risco de contaminação por microrganismos prejudiciais. O rendimento, ou seja, a relação entre açúcar consumido e álcool produzido, deve ser elevada, sendo essa condição essencial para uma levedura industrial (ALCARDE, 2015).

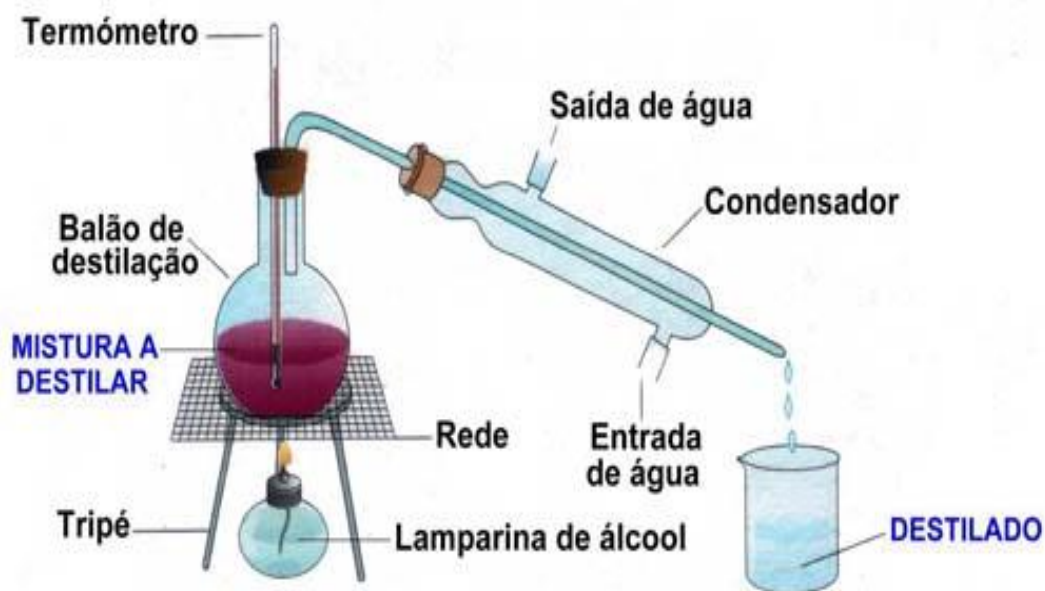
2.5 Destilação

A destilação é um processo de separação de misturas feita para extrair uma substância na forma pura, separando-a de uma mistura. A destilação consiste em provocar a vaporização e posterior condensação da parte da mistura através de calor ou diminuição da pressão com posterior resfriamento do vapor. O calor fornecido em escala laboratorial poder ser estabelecida por Bico de Bunsen, Chapa Elétrica ou Manta de aquecimento; Sendo que os dois últimos exemplos são utilizados quando há líquido inflamável na mistura. A diminuição da pressão pode ser obtida por dois tipos de equipamentos, Bomba de Água ou Bomba de Vácuo. (JESUS e LEANDRO, 2012).

O princípio da destilação se baseia na diferença entre o ponto de ebulição da água (100°C) e do álcool (78,4°C). A mistura água e álcool apresenta ponto de ebulição variável em função do grau alcoólico. Assim, o ponto de ebulição de uma solução hidroalcoólica é intermediário entre aquele da água e do álcool e será tanto mais próximo deste último quanto maior for o grau alcoólico da solução (RIZZON e MENEGUZZO, 2008).

O líquido purificado que é recolhido no processo de destilação recebe o nome de destilado. A destilação simples realizada pela aparelhagem mostrada na figura 3 é utilizada quando há interesse nas duas fases ou apenas na líquida (PERUZZO e CANTO, 2003).

Figura 3: aparelhagem para destilação simples



Fonte: (<http://www.notapositiva.com/pt/trbestbs/quimica/10_separacao_misturas.htm>
 acesso: 24/05/2015)

2.6 Cultivo do Milho Verde

Para começar uma produção de uma cultura é necessário escolher uma boa semente. O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da semente e das condições edafoclimáticas do local de plantio, além do manejo da lavoura. De modo geral, o cultivo do milho é responsável por 50% do rendimento final. Consequentemente, a escolha correta da semente pode ser a razão do sucesso ou insucesso da lavoura (CARLOS , 2010).

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é influenciado pela água, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A cultura do milho necessita de

altos índices climáticos de, especialmente temperatura, precipitação pluviométrica e o fotoperíodo.(COSTA , 2010).

Em áreas onde as explorações agrícolas são mais intensivas, como em agricultura irrigada, a exemplo da safrinha de milho, em que o solo é mais intensamente trabalhado, há uma probabilidade de acelerar sua degradação, gerando aumento nos problemas de compactação, erosão e redução de sua produtividade é bem maior. Nem situações como essas, as decisões sobre o manejo do solo são mais complexas e devem levar em consideração as culturas envolvidas, as épocas de plantio, as condições do solo e do clima, visando à obtenção de maiores rendimentos, sem comprometer a produtividade da área a médio e longo prazos.(PEREIRA , 2010).

cultivares de milho podem ser subdivididas em dois tipos principais: híbridos e variedades, sendo que os híbridos podem ser simples, triplos ou duplos. O híbrido simples é o resultado do cruzamento entre duas linhagens puras e é indicado para sistemas de produção que utilizam alta tecnologia, pois possui o maior potencial produtivo. São também os mais caros. O híbrido triplo é obtido do cruzamento entre uma linha pura e um híbrido simples e é indicado para média a alta tecnologia, enquanto o híbrido duplo é resultante do cruzamento entre dois híbridos simples, sendo indicado para média tecnologia (CARLOS , 2010).

2.7 Milho híbrido *Zea mays*

As cultivares de milho podem ser subdivididas em dois tipos principais: híbridos e variedades, sendo que os híbridos podem ser simples, triplos ou duplos. O híbrido simples é o resultado do cruzamento entre duas linhagens puras e é indicado para sistemas de produção que utilizam alta tecnologia, pois possui o maior potencial produtivo. São também os mais caros. O híbrido triplo é obtido do cruzamento entre uma linha pura e um híbrido simples e é indicado para média a alta tecnologia, enquanto o híbrido duplo é resultante do cruzamento entre dois híbridos simples, sendo indicado para média tecnologia (CARLOS , 2010).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas que participa em maior volume na produção de grãos. A produção nacional, na safra 2006/2007, atingiu mais de 51 Milhões de toneladas, das quais 36,3 foram produzidas na primeira safra, e 14,7 na safrinha (CAMPANHA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2007).

Geralmente, híbridos precoces requerem altas densidades para produção máxima, quando comparados com híbridos tardios (TOLLENAAR, 1992). Isso ocorre porque híbridos precoces são normalmente mais baixos, produzem menos folhas e têm menor área foliar por planta que as cultivares tardias. Contudo, para híbridos precoces é necessário elevado número de plantas por área para aumentar o índice de área foliar e promover o máximo de interceptação da radiação solar, um recurso essencial para maximizar o rendimento de grãos (SANGOI et al., 2001).

2.8 Relações entre Fertilizantes com o solo

Aplicações de fertilizantes comerciais no solo, frequentemente, envolvem elementos/traços contidos nestes insumos, como impurezas provindas das rochas da corrosão de equipamentos e reagentes usados na sua manufatura. Embora estas aplicações possam resultar, em solo deficiente, em adições benéficas de elementos essenciais para a nutrição das plantas, problemas de contaminações podem surgir quando metais pesados, potencialmente danosos para o ambiente, são adicionados (MENDES, 2010).

Os fertilizantes nitrogenados estão entre os mais utilizados e são os que causam maior impacto ambiental. De acordo com a Associação Internacional de Fertilizantes (IFA), a produção desses compostos é responsável por 94% do consumo de energia de toda produção de fertilizantes. Os principais combustíveis utilizados são o gás natural (73%) e o carvão mineral (27%), ambos fósseis, cujas emissões de dióxido de carbono (CO_2) contribuem com o processo de desequilíbrio do efeito estufa, logo, favorecem o processo de aquecimento global. A fabricação consome aproximadamente 5% da produção anual de gás natural (AIRES, 2012).

Visando verificar a relação entre adubação fosfatada e acúmulo de cádmio em solos agrícolas ao longo do tempo, Dynia e outros (2000) avaliaram quase quatro centenas de amostras de solo da camada arável (0-20 cm de profundidade) coletadas em 1998 em áreas produtoras de frutas de polos irrigados da Região Nordeste, no vale do Rio São Francisco, na região de Petrolina/Juazeiro. Foram encontrados teores muito altos de fósforo em muitas dessas amostras (41%) indicando que as áreas onde elas foram coletadas vêm recebendo adubação fosfatada em excesso, o que pode resultar em desequilíbrios nutricionais como, por exemplo, a indução de deficiência de zinco nas plantas. (BOEIRA, 2001).

2.9 Determinações de Matéria Seca

A secagem de material vegetal é definida como uma operação adotada para eliminar a água da superfície e do interior de um material, e tem como objetivo cessar as alterações químicas dos tecidos vegetais e evitar possíveis degradações durante o seu armazenamento, mantendo suas características físicas e químicas por mais tempo (PADILHA et al., 2009).

Na literatura existem estudos avaliando métodos de secagem de folhas, utilizando estufa de circulação forçada de ar e o forno de microondas, tendo resultados semelhantes entre os dois métodos quanto à determinação de matéria seca de amostras foliares de milho e de feijão (PASTORINI et al., 2002), forragem (SMITH, 1983; SOUZA et al., 2002) e também quanto a

Determinação dos teores de macronutrientes em amostras de folhas de maracujá, abacate e pêssigo, exceto o teor de Ca para a última frutífera (MARCANTE et al., 2010).

2.10 Análise Química Titulométrica

A titulometria é um método analítico que mede a quantidade conhecida de um reagente necessária para reagir completamente com o analito, sendo reconhecida como titulante e titulado exemplificada na figura 4 (CRISTINA, 2005).

Figura 4: Aparelhagem para titulação



Fonte: (<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/images/aparelhagem-para-titulacao.jpg>> Acesso: 13/12/15)

Para isso, podem ser usados dois métodos:

Análise Volumétrica onde mede-se os volumes das soluções reagente.

Análise Gravimétrica Pesa-se um dos produtos da reação. (PROTÀZIO, 2010).

A análise gravimétrica oferece resultados mais exatos, porém a volumétrica é mais rápida.

Os métodos titulométricos, são aplicados industrialmente na determinar das quantidades de ácidos e bases de soluções. Além de serem utilizados para monitorar o progresso das reações que produzem ou consomem íons hidrogênio. (RODRIGUEZ, 2010).

2.11 Análise Qualitativa de Biureto

No organismo, as proteínas ingeridas dos alimentos são transformadas em cerca de 100.000 proteínas dos mais diversos tipos, totalizando um percentual médio de 15% da composição do organismo humano (FELTRE, 2004).

As unidades constituintes fundamentais das proteínas são os aminoácidos. Estes, por sua vez, são moléculas orgânicas que possuem ligadas ao mesmo átomo de carbono (denominado de carbono α) um átomo de hidrogênio, um grupo amino, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral R (característica para cada aminoácido). Essa cadeia é o que difere os aminoácidos em estrutura, tamanho e propriedade físico-química (FRANCISCO JR. E FRANCISCO, 2006).

Moléculas de proteínas são relativamente grandes por serem formadas pela união sequencial de dezenas, centenas ou milhares de aminoácidos e podem ser formadas por uma ou mais de uma cadeia polipeptídica (estrutura quaternária) (MARZZOCO E TORRES, 2007).

A proteína queratina pode ser encontrada em materiais flexíveis, como cabelo e lã, e em materiais rígidos, como chifres, garras e cascos de animais. O que difere esses materiais é o número de pontes dissulfetos entre as hélices da proteína. A lã, por exemplo, possui menos pontes e, quando estendida, pode ser alongada para quase o dobro de seu comprimento, pois são rompidas somente as interações fracas entre as hélices. Contudo, as pontes dissulfetos covalentes resistem ao rompimento e fazem a fibra voltar a seu estado original, uma vez liberada a força distensora (BERG et al., 2008).

Uma reação geral que caracteriza ligações peptídicas é chamada reação de biureto, nome dado à estrutura originada a partir da decomposição da ureia, quando esta é submetida a uma temperatura de aproximadamente 180 °C e que fornece resultado positivo nesse teste (Petkowicz, 2007). O biureto, ao reagir com íons Cu^{2+} em meio alcalino, resulta em uma solução de coloração violeta, sendo este o princípio do método utilizado para determinar biureto em fertilizantes e suplementos alimentares animais e é recomendado pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC) como método oficial (FERREIRA et al., 2007).

O método de biureto tem sido aplicado para determinar a concentração de proteínas totais em diversos meios como soro, urina, alimentos. Apesar de ser rápido, utilizar reagentes de baixo custo e não apresentar grande variação da absorvidade específica para diferentes proteínas, esse método apresenta a desvantagem de baixa sensibilidade, pois os métodos que envolvem a reação de biureto requerem alta concentração de proteína na amostra (ZAIA et al., 1998).

3. METODOLOGIA

3.1 Preparo das soluções de vinhaça

Materiais e reagentes

- 8 litros de garapa
- 4 garrafas pet de dois litros
- 1 balde de plástico de 15 litros

Procedimento:

Foram adquiridos 8 Litros de garapa em feira livre, essa foi levada até o laboratório onde foi transferida para um balde de plástico e deixou-se fermentar naturalmente conforme a figura abaixo:

Figura 5: Garapa em fermentação



(Acervo pessoal)

Como não utilizaríamos o álcool provindo da destilação pós-fermentação, foi realizado a evaporação do álcool em panelas, a evaporação foi feita até a temperatura de 85 °C por cinco minutos, adquirindo assim a vinhaça após a eliminação total do álcool por evaporação.

Após a evaporação fizemos soluções de diferentes concentrações de vinhaça conforme a tabela abaixo:

Tabela 2: Concentrações de vinhaça do mosto de caldo

Vinhaça	Quantidade de vinhaça em litros
100%	2
50%	1
25%	0,5
10%	0,2

Fonte: (acervo pessoal, 2015).

Sendo que as concentrações de 50% , 25% e 10% foram adicionadas água deionizada até atingir a marca de dois litros .

3.2 Germinação

Materiais:

- 120 Sementes de milho verde híbrido ITAPUÃ 700 da espécie *Zea mays*
- 3 Potes de vidro
- 15 kg de substrato com húmus
- Toalhas de Papel
- Papel alumínio
- Fluxo laminar
- Estufa
- Autoclave
- 300 mL água deionizada

Procedimento:

Esterilizou-se os potes de vidro, os 15 kg de substrato e uma quantidade de 100 mL de água deionizada em autoclave, conforme a figura abaixo.

Figura 6: Vidrarias, substrato e água deionizado preparadas para a autoclavação



(Acervo pessoal)

Pegou-se 120 sementes de milho verde híbrido ITAPUÃ 700 da espécie *Zea mays* e foram colocadas sobre a toalha de papel , em seguida dobrou-se a toalha de papel formando um cartucho e umedeceu-se com 20 mL de água deionizada autoclavada , o procedimento foi realizado no fluxo laminar , para a não contaminação de microrganismos que pudessem prejudicar o crescimento das sementes .Após umidecidas foram colocadas nos potes de vidros e cobertos por papel alumínio , em seguida foram levados á estufa na temperatura de 35° C por 5 dias .Os brotos que alcançaram tamanho superior a 10 cm foram cultivados em vasos com 600 g de substrato autoclavado.

Resultados e discussões

Ao final do quinto dia obtiveram-se cerca de 80 brotos, todos com tamanhos superiores a 10 cm.

3.3 Cultivo-Fertirrigação

Materiais e reagentes:

- Soluções de vinhaça
- Água deionizada
- 25 vasos de plástico de volume de 6 litros
- 15 kg de substrato autoclavado
- Brotos de milho verde híbrido da espécie *Zea mays*

Procedimento:

Com a quantidade de brotos resultantes e cultivados, foi selecionados aqueles que possuísem tamanho entre 17 e 20 cm e que possuísem três folhas, foi selecionado 25 brotos que possuísem tais características e colocado cada um em um vaso, sendo 25 brotos em 25 vasos , em seguida foi classificado os vasos, de acordo com a tabela abaixo; sendo que seu nome seria de acordo com a concentração de vinhaça aplicada, o grupo de 0% vinhaça corresponde ao grupo controle , onde foi aplicado apenas água deionizada.

Tabela 3: Quantidade de vasos por grupo de concentração de vinhaça

Grupos	Quantidade de vasos
100% vinhaça	5
50% vinhaça	5
25% vinhaça	5
10% vinhaça	5
0% vinhaça	5

Fonte: (acervo pessoal, 2015).

Após a classificação dos vasos, foi feita a adição da solução de vinhaça, ou também chamada de fertirrigação , em seus respectivos grupos, sendo realizado a adição de 100 mL por aplicação , realizando-se uma aplicação por semana , sendo realizadas quatro aplicações ao todo. Irrigou-se de duas a três vezes com 200 mL de água deionizada todas as plantas de milho verde híbrido da espécie *Zea mays* , variando a quantidade de irrigações dependendo das condições de umidade do solo. Após o término das aplicações de soluções de vinhaça foi medido o tamanho das plantas dos grupos e fez-se a média, com a média foi realizado a criação dos dados estatísticos pelo teste Tukey com a utilização do software Assistate.

Resultados e discussões:

A partir da segunda aplicação de vinhaça, a concentração de 100% vinhaça se demonstrou ineficiente como pode ser observado na figura x, matando o grupo inteiro de plantas dessa concentração.

Figura 7: grupo vinhaça 100% após sua segunda aplicação de vinhaça 100%



(Acervo pessoal)

No entanto, na segunda semana de aplicação o grupo de vinhaça 10% , obteve resultados bons em relação aos demais grupos de acordo com a figura abaixo, de acordo com o e cor, um dos aspectos que justificam a saúde da planta

Figura 8: grupo vinhaça 10% , após sua segunda aplicação de vinhaça 10%



(Acervo pessoal)

Os resultados obtidos pelo teste Tukey esta interpelado pela tabela abaixo:

Tabela 4: dados estatísticos das médias dos tamanhos das plantas de milho verde pelo teste Tukey:

Concentração de vinhaça (%)	Média dos tamanhos das plantas em cm
100	35.58 e
50	45.02 d
25	55.00 c
10	72.00 a
0	67.60 b
CV (%)	3.48

*Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

3.4 Análise do Teor de Massa Seca

Materiais e Reagentes:

- Amostras de Terra
- Balança analítica
- Béquer 5 unidades
- Dessecador
- Estufa

Procedimento:

Para esta análise, foi coletada as plantas de cada grupo de concentração, após isso cortou-se as plantas em pedaços e pesou-se com um béquer tarado anteriormente na balança analítica, após isso pôs-se as plantas na estufa durante 2 horas.

Retirou-se as plantas da estufa e colocou-as no dessecador durante 24 horas, após, pesou-se cada grupo de plantas na balança analítica.

Determinou-se a massa seca por um calculo simples: massa pré-dessecação subtraída pela massa pós-dissecação.

Fez-se a tabela de Massa Seca, e colocou-se os dados no programa Assistate para realizar o teste tukey.

Resultados e discussões:

Com os dados obtidos foi realizou o teste tukey conforme a tabela 5:

Tabela 5: teste Tukey com os dados de massa seca

Concentração de vinhaça (%)	Massa seca em gramas
100	0.14450 e
50	1.14450 d
25	5.19320 b
10	6.26250 a
0	2.84760 c
CV (%)	9.17

*Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A tabela de Massa Seca Mostrou que o Grupo 10% foi o que obteve maior Massa orgânica absorvida durante o crescimento, isso mostra que a vinhaça deve ser utilizada na concentração de 10% para obter maior crescimento e absorção de massa orgânica.

3.5 Preparação de Biureto e Análise de Biureto

Materiais e Reagentes:

- Amostras de Terra
- Balão de Fundo chato Pequeno
- Bastão de Vidro
- Béquer 6 Unidades
- Conta Gotas
- Iodeto de Potássio
- Solução de NaOH
- Sulfato de Cobre
- Tartarato duplo de Sódio e Potássio

Procedimento:

Antes de começar a análise de biureto, foi preparada a solução de biureto, no preparo da solução de biureto 0,1 mol/L, adicionou-se em uma homogeneização:

- 0,15 g de Sulfato de Cobre
- 0,6 g de Tartarato de Sódio e Potássio
- 50 mL de Água Deionizada
- Logo após agitou-se constantemente e adicionou-se sob agitação:
- 30 mL de Solução de NaOH 10%
- 0,1 g de Iodeto de Potássio

Após isso adicionou-se água deionizada até completar 100 mL da solução e ficou pronta a solução de Biureto.

Após a preparação da solução de Biureto, coletou-se amostras de todos os grupos de terra e pesou-se a aproximadamente 3,0 Gramas.

Homogeneizou-se as terras usando Água Deionizada.

Filtrou-se e com a amostra filtrada adicionou-se 10 gotas da solução de Biureto.

Resultados e discussões

Na análise de biureto não houve mudança de coloração, indicando não haver presença de proteínas nas amostras de substrato coletadas, porém esse resultado não indica que não há presença de nitrogênio.

3.6 Análise Titulométrica

Materiais e Reagentes:

- Bureta Graduada
- Béquer 5 unidades
- Erlenmeyer
- Fenolftaleína
- Garra
- NaOH
- Suporte Universal
- Terra dos Grupos

Procedimento:

Coletou-se terras dos grupos e pesou-se 2 gramas de cada, padronizou-se o NaOH a 0,1027 Mol/L, homogeneizou-se as terras com 500 mL de Água Deionizada cada grupo, filtrou-se a solução com terra e Água Deionizada.

Montou-se o equipamento para a destilação e adicionou-se o NaOH até completar o volume da bureta.

No Erlenmeyer foi despejada a solução filtrada de cada amostra com a adição de 10 gotas de fenolftaleína.

Titulou-se até mudar-se de cor a solução no Erlenmeyer.

Resultados e discussões:

Os resultados obtidos em quantidade de H^+ em mol/L estão inseridos na tabela 6.

Tabela 6: Tabela da Concentração de H^+

Concentrações	Quantidade de H^+ em Mol/L
100%	$8,216 \times 10^{-5}$ Mol/L
50%	$1,027 \times 10^{-4}$ Mol/L
25%	$4,620 \times 10^{-5}$ Mol/L
10%	1.8×10^{-5} Mol/L
0%	$6,162 \times 10^{-5}$ Mol/L

Para se obter os resultados foi realizado os seguintes passos:

Achar o volume escoado e determinar a massa da amostra, a massa escolhida foi de 2 g.

Tirou-se a diferença entre o volume inicial da bureta e o volume escoado até a mudança de cor do titulado.

Após isso determinou-se que essa diferença era a quantidade de H^+ , então achado o volume escoado montou-se a seguinte formula:

$$H^+ = \frac{\text{Número de } H^+}{2 \text{ g de terra}}$$

Após Montar a tabela notou-se que a quantidade de H^+ contida no grupo 10% é menor que a de todos os grupos, ou seja, a terra é menos ácida, o que é um dos fatores que influencia o crescimento da planta.

4. CONCLUSÃO

O grupo de concentração de 10% de vinhaça, foi a mais eficiente para o cultivo do milho verde *Zea mays*, absorvendo 2,2 vezes a mais de matéria orgânica que o grupo controle, obteve o crescimento de 10,65% a mais que o grupo controle de 0% vinhaça e gera menos dano em relação a acidez do solo comparando-se com as demais concentrações de vinhaça.

5. REFERÊNCIAS

AIRES, Luíz. O uso de fertilizantes é um problema sem solução na agricultura?. 1 p. Ecycle. 2012. Disponível em <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/1329-como-o-que-uso-fertilizantes-agricultura-emissoes-desequilibrio-efeito-estufa-problema-aquecimento-global-contaminacao-meio-ambiente.html>> Acesso em 04/06/2015.

ALCARDE, A.R. Fermentação. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2015. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html> acesso em 04/06/2015.

BARROS, T.D. Biofertilizantes. 1 p. Ageitec. 2007. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1gh4ku02wyiv802hvm3jd85f37c.html>> Acesso em 04/06/2015.

BASSO, Luís Henrique, MARCOS, Brandão Braga; CALGARO, Marcelo; SIMÕES, Welson Lima; PINTO, José Maria. Irrigação e fertirrigação. 1 p. Cultivo da Videira. 2010. Disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/irrigacao.html#topo> Acesso em 04/06/2015.

BOEIRA, C.R. Impacto do Uso de Fertilizantes Fosfatados sobre o Teor de Cádmio em Solos. 1 p. Ambiente Agropecuário. 2001. Disponível em http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuário/artigo_agropecuário/impacto_do_uso_de_fertilizantes_fosfatados_sobre_o_teor_de_cadmio_em_solos.html> Acesso em 04/06/2015.

CETESB. Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola. 12 p. P4.231. 2006. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/camaras/P4_231.pdf> Acesso em 04/06/2015.

DOMINGOS, Almeida. Agricultura como Sistema. 11 p. Aulas de Produção Agrícola. 2004. Disponível em <http://dalmeida.com/ensino/prodagricola/Sistemas%20de%20agricultura.pdf> > Acesso em 04/06/2015.

GALERANI, paulo. Perdas Repetidas. 4 p. Embrapa Soja. 2005. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71325/1/ID-25583.pdf> Acesso em 04/06/2015

GUAZINA, Liziane. Embrapa Hortaliças Oferece Curso de Fertirrigação. 1 p. Embrapa Hortaliças. 1999. Disponível em http://www.cnph.embrapa.br/noticias/not_31.htm Acesso em 04/06/2015.

JESUS, L.R e LEANDRO, André. Tópicos de Química Experimental. 2012

LAIME, Eduardo.M.O; FERNANDES, Pedro Dantas; OLIVEIRA, Dayane.C.S; FREIRE, Epitácio.A. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. 14 p. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas .2011. Disponível em <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/viewFile/260/386> Acesso em 04/06/2015.

MACHADO, P.L.O.A e WADT, P.G.S. Terraceamento. 1 p. Ageitec. 2012. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6cq02wyiv8065610dfrst1ws.html> Acesso em 04/06/2015.

MALAJOVICH, M.A. Fermentação Alcoólica. 3 p. Guia de atividades. 2012. Disponível em http://www.bteduc.bio.br/guias/07_Concentracao_De_Levedura.pdf Acesso em 04/06/2015.

MARQUES, M. O. e SEGATO, S. V. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. Atualização em produção de cana-de-açúcar. 400 p. Piracicaba. 2006.

MEDEIROS, M.B; WAMDERLEY, P.A; FRANKLIN, F.;FERNANDES, F.S; ALVES, G.R; DANTAS,P. ; CORDÃO, R. ; XAVIER, W.M.R. ; NETO, J.S.L. uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecologico de pragas agrícolas. 8 p. Biofertilizantes. 2011. Disponível em <www.prac.ufpb.br/anais/meae/Anais_II.../BIOFERTILIZANTES.doc> Acesso em 04/06/2015.

MENDES, A. M. S.; OLSZEWSKI, N.; SILVA, F. N. da; MENDES, R. L.; BRITO, L. T. de L. Impactos Ambientais Causados por Fertilizantes Agrícolas. 23 p. Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro. 2010. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89982/1/Alessandra.pdf>> Acesso em 04/06/2015.

PERUZZO, F.M. e CANTO, E.L. Química na abordagem do cotidiano.3.ed. São Paulo: Moderna. 2003.

RIZZON, L.A e Meneguzzo, JÚLIO.**Sistema de Produção de Destilado de Vinho.** 1 p. Embrapa Uva e Vinho. Novembro de 2008. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoDestiladoVinho/destilacao.htm>> Acesso em 04/06/2015.

ROSSETTO, raffaella e SANTIAGO, A.T. Adubação - resíduos alternativos. 1 p. Ageitec. 2011. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html> Acesso em 04/02/2015.

SILVA, A.F., PINTO; J.M, FRANÇA, C.R.R.S.; FERNANDES, S.C.; GOMES, T.C.A, SILVA, M.S.L.; MATOS, A.N.B. Preparo e Uso de Biofertilizantes Líquidos. 4 p. Comunicado Técnico. 2007. Disponível em <http://www.cpatia.embrapa.br/public_eletronica/downloads/COT130.pdf> Acesso em 04/06/2015.

SOUZA, F.S, MAROULLE, W.A, COELHO, F.E, PINTO, J.M, FILHO, M.A.C. Aspectos básicos em fertirrigação. 233 p. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. 2011.

TEIXEIRA, Silvana. Produção de Cachaça Orgânica e Fermentação do caldo de cana. 1 p. Cursos Agroindústria. 2013. Disponível em <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria-biocombustivel/artigos/producao-de-cachaca-organica-fermentacao-do-caldo-da-cana#ixzz3c7hCoDhB>> Acesso em 04/06/2015.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L. e STRYER, L. Bioquímica. Trad. A.J.M.S. Moreira. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. BROWN, T.L.; LEMAY Jr., H.E. e BURSTEN, B.E. Química. 7. ed. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: LTC, 1999. CAMPOS, C. A verdadeira origem do sumo sacerdote. 2008. Disponível em: <<http://www.pegasus.portal.nom.br/maistextos17.htm>> Acesso em 07/11/2015

EXPLICATORIUM. As proteínas. Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/quimica/Proteinas.php>> Acesso em 07/11/2015.

FELTRE, R. Química. v. 3. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. FERREIRA, R.B.; FRANZINI, V.P. e GOMES NETO, J.A. Determinação de biureto em ureia agroindustrial por espectrofotometria. Eclética Química, v. 32, n. 1, p. 43-48, 2007. FRANCISCO Jr., W.E.F. e FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química. Química Nova na Escola, n. 24, p. 12-16, 2006. KATAL. Proteínas totais. 2011. Disponível em: <<http://www.katal.com.br/pdfs/bl/proteinas-totais>> Acesso em 07/11/2015.

LEE, J.D. Química inorgânica não tão concisa. 5. ed. Trad. H.E. Toma, K. Araki, R.C. Rocha. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. MARZZOCO, A. e TORRES, B.B. Bioquímica básica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. MIWA, A.C.P. Comparação e avaliação dos métodos colorimétricos utilizados para determinação de proteínas em lagoas de estabilização. 2002. 133 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. NELSON, D.L. e COX, M.M. Princípios de bioquímica de Lehninger. 5. ed. Trad. F. Horn & Cols. São Paulo: Artmed, 2011. PETKOWICZ, C.L.O. Bioquímica: aulas práticas. 7. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2007. ZAIA, D.A.M.; ZAIA, C.T.B.V. e LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria:

vantagens e desvantagens dos métodos existentes. Química Nova. v. 21, n. 6, p. 787-793, 1998.

RAIJ. B.van; QUAGGIO, J.A. & SILVA, N.M. Extraction of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 17:547-566, 1986.

SCHLINDWEIN, J.A. & GIANELLO, C. Doses de máxima eficiência econômica de fósforo e potássio para as culturas cultivadas no sistema plantio direto. R. Plantio Direto, 85:20-25, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO/ COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - SBSCS/CQFS. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

WANG, J.J.; HARRELL, D.L.; HENDERSON, R.E. & BELL, P.F. Comparison of soil-test extractants for phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, zinc, copper, manganese, and iron in Louisiana soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 35:145-160, 2004.

ZBÍRAL, J. & NEMEC, C. Comparison of Mehlich 2, Mehlich 3, CAL, Schachtschabel, 0.01 M CaCl₂ and aqua regia extractants for determination of potassium in soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 36:795-803, 2005.

ASSISTAT Versão 7.7 beta (2015) - Disponível em <http://www.assistat.com>
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil

Titulação disponível em
<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/images/aparelhagem-para-titulacao.jpg>> acesso: 13/12/15