



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QMC5515 – Estágio Supervisionado

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NA EMBRAPA
SOJA / LONDRINA / PARANA**

**AUGUSTO FIDELIS BORTOLOTTO
LUCIANO VITALI / ADILSON DE OLIVEIRA JUNIOR**

Florianópolis – SC
Dezembro/2020

AUGUSTO FIDELIS BORTOLOTTO

**QUANTIFICAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL EM AMOSTRAS DE FOLHA DE
SOJA**

Projeto de Estágio Supervisionado (QMC-5515) apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina desenvolvido na Embrapa – Soja, no Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal, Londrina – PR Londrina, Adilson de Oliveira Junior.

Florianópolis – SC
Dezembro/2020

SUMÁRIO

1- JUSTIFICATIVA	1
2- APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO	2
3- REVISÃO DA LITERATURA	3
3.1 Análise de tecido vegetal.....	4
3.1.1 Método de digestão de nitrogênio – Kjeldahl.....	4
3.1.2 Determinação de nitrogênio via reação de Berthelot modificada	5
3.1.3 Determinação de macro e micronutrientes – análise multielementar (ICP-OES)	7
4- OBJETIVOS.....	9
4.1 Objetivo Geral	9
4.2 Objetivos específicos	9
5- METODOLOGIA	10
5.1 Metodologia para quantificação de nitrogênio.....	10
5.2 Determinação de macronutrientes e micronutrientes.....	11
5.3 Descarte de resíduos e segurança do trabalho.....	12
6- DISCUSSÕES DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTÁGIO.....	13
7- CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	20
8- CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL	21
9- REFERÊNCIAS	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea da Embrapa Soja em Londrina - PR.	2
Figura 2. Localização dos trifólios, pecíolo e especificação das folhas a serem coletadas.....	13
Figura 3. Fluxograma do processo de divisão para as análises das amostras.....	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações de nitrogênio e macro e micronutrientes.	15
Tabela 2: Média dos teores de macro e micronutrientes em tecido vegetal.	17
Tabela 3. Classes e teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas, sem pecíolo, de soja de tipos de crescimento determinado e indeterminado.....	18

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Cat: Catalisador;

CFA: Analisador de Fluxo Contínuo (*Continuous Flow Analyzer*);

EPI: Equipamento de proteção individual;

ha: Hectare

ICP-OES: Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Acoplado;

LASTV: Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal;

MO: Matéria orgânica;

PR: Paraná;

S_EA: Substituição Eletrofílica Aromática;

T: Tonelada;

UV-Vis: Ultra Violeta-Visível.

RESUMO

Assegurar os rendimentos e aumentar a produção em áreas cada vez menores e mais restritas é a chave para garantir a demanda de alimento da população mundial agredindo, assim, cada vez menos o meio ambiente. Os métodos quantitativos analíticos são um dos meios utilizados para avaliar a fertilidade do produto e estimar a produção a partir desses resultados nutricionais. Permitindo, então, quantificar os elementos chave para a produção agrícola, sendo eles: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Fe, Cu e B. Neste trabalho, aplicou-se os métodos analíticos instrumentais quantitativos para a determinação desses elementos por espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) e espectroscopia de ultravioleta-visível (UV-Vis) em análise de fluxo contínuo. Os resultados aqui expostos são referentes às análises realizadas no experimento de adubagem do solo com variadas quantidades de “cama de frango”, quantificando macro e micronutrientes na folha de soja.

Palavras-chave: Nutrição de soja; Química agrícola; Análise de tecido vegetal e Soja.

1- JUSTIFICATIVA

Em um sistema de produção agropecuária, tem-se a qualidade do solo como base sustentadora para a futura colheita. As relações solo-planta devem e são estudadas para avaliar as plantações em termos de produção/rendimento e estado nutricional, sendo que a quantificação de alguns elementos possibilita a estimativa de produtividade da área cultivada.

Entre o século XIX e meados da década de 1920, poucos estudos foram realizados para a contribuição na área de química de solos. Entretanto houve uma contribuição significativa na década de 20 e 40, onde pode se citar: Bray (1929), Truog (1930), Morgan (1932), Spurway (1933) e Herster (1934), que os produtos dos seus trabalhos mostraram a importância da compreensão dos solos para o cultivo de alimentos.

Com o avanço das pesquisas nesta área, responsável pelo cuidado dos nutrientes no solo e nas plantas, pode-se obter aumentos na qualidade e produtividade de culturas. Sabe-se que o valor da área de plantio é limitado e que a população cresce em progressão geométrica (de 1 bilhão em 1802 para 7,75 bilhões em 2019), desta forma, torna-se necessário a compreensão da química agrícola para atender à crescente demanda de alimentos que aumenta a cada ano. Somado a esse fato, não basta somente assegurar a demanda de alimentos requerida pela população mundial, deve-se, também, combater os desperdícios envolvendo toda a cadeia de produção dos alimentos e em relação ao consumo final, e para isso os governos e a população devem cobrar os fabricantes e conscientizar os consumidores para combater o desperdício exacerbado.

Em relação à segurança/produção de alimentos, a Embrapa – Soja realiza, especificamente no Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal (LASTV), as quantificações dos estados nutricionais de plantas e do solo, sendo os resultados dos trabalhos produzidos por ele um elemento chave para a produção final, em parceria com os agrônomos e agricultores, e para a pesquisa de novas tecnologias envolvendo a soja e outros tipos de culturas.

2- APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

A Embrapa Soja é uma das 42 unidades de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Possui em sua estrutura 34 laboratórios, utilizados por diferentes equipes/setores para o desenvolvimento de projetos com soja, girassol e trigo para o estado do Paraná, Mato Grosso e Santa Catarina. [1]

Figura 1. Foto aérea da Embrapa Soja em Londrina - PR.



Fonte: Embrapa – Soja. [1]

O local específico em que se realizou o estágio é no LASTV. Ele presta serviços internos e externos à Embrapa, analisando amostras de tecido vegetal e de solo. O LASTV realiza na área de tecido vegetal, a identificação de macro e micronutrientes (P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn).

O laboratório conta com equipamentos, como por exemplo: ICP-OES, pHmetros, Espectrofotômetros, Espectrômetros de Chama, AAS e tituladores automáticos para a realização das análises de solo e de tecido vegetal.

Historicamente, a contribuição da Embrapa Soja é fundamental para o agronegócio, visto que está presente no constante desenvolvimento de tecnologias para a cultura em regiões tropicais. Algumas de suas contribuições estão no desenvolvimento de cultivares adaptadas a regiões de baixas latitudes, controle biológico de pragas, técnicas de manejo e conservação do solo.

3- REVISÃO DA LITERATURA

Duas classes de nutrientes são consideradas essenciais para as plantas: macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são os blocos de construção de componentes celulares cruciais, como proteínas e ácidos nucleicos. Como o nome sugere, macro, eles são necessários em grandes quantidades para a nutrição das plantas. Nitrogênio, fósforo, magnésio e potássio são alguns dos macronutrientes mais importantes. Carbono, hidrogênio e oxigênio também são considerados macronutrientes, pois são necessários em grandes quantidades para construir as moléculas orgânicas maiores da célula; no entanto, eles representam a classe não mineral dos macronutrientes. Micronutrientes, incluindo ferro, zinco, manganês e cobre, são necessários em quantidades muito pequenas. Os micronutrientes são frequentemente necessários como cofatores para a atividade enzimática.^[2]

Os nutrientes minerais são geralmente obtidos do solo através das raízes das plantas, mas muitos fatores podem afetar a eficiência da “aquisição” de nutrientes. Primeiro, a química e a composição de certos solos podem dificultar a absorção de nutrientes pelas plantas. Os nutrientes podem não estar disponíveis em certos solos ou podem estar presentes em formas que as plantas não podem usar. Propriedades do solo como quantidade de água (umidade), pH e compactação podem exacerbar esses problemas.^[2]

Em segundo lugar, algumas plantas possuem mecanismos ou características estruturais que fornecem vantagens ao crescer em certos tipos de solos com limitação de nutrientes. Na verdade, a maioria das plantas desenvolveu mecanismos de absorção de nutrientes que são adaptados aos seus solos nativos e são iniciados na tentativa de superar as limitações de nutrientes. Uma das adaptações mais universais para solos limitados por nutrientes é uma mudança na estrutura da raiz, que pode aumentar a sua área superficial e, assim, aumentar a obtenção de nutrientes ou pode aumentar o alongamento do sistema radicular para acessar novas fontes deles. Essas mudanças podem levar a um aumento da necessidade de recursos para o crescimento geral da raiz, resultando, então, em maiores razões de recebimento de nutrientes, visto que eles serão destinados não somente ao alongamento da raiz, mas sim como um todo, já que a planta inteira necessita de nutrientes em certas quantidades.^[3]

Desta forma quantificar estes nutrientes em tecidos vegetais, mostra a deficiência, toxicidade ou teores adequados deles na própria planta. As metodologias utilizadas para a determinação de macro e micronutrientes são descritas nas subseções a seguir.

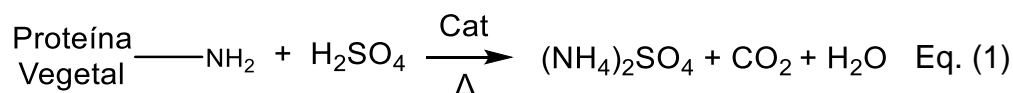
3.1 Análise de tecido vegetal

A análise de tecido vegetal consiste em determinar o nitrogênio amoniacal e macro e micronutrientes presentes em diversas partes das plantas (como caule, folha, pecíolo e sementes) em seus variados estágios de crescimento. Nos próximos subtópicos os diferentes métodos de quantificação serão apresentados.

3.1.1 Método de digestão de nitrogênio – Kjeldahl

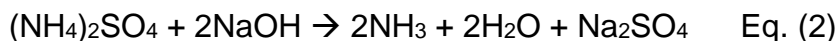
O método Kjeldahl^[4] é usado para determinar o nitrogênio contido em material orgânico ou inorgânico. É um método clássico do século XIX/XX, em que se baseia nas etapas de: digestão, neutralização, destilação e titulação de neutralização.

A primeira etapa é a digestão, ou seja, a abertura da amostra. O princípio básico envolvendo essa primeira etapa é a quebra de todas as ligações que contenham nitrogênio orgânico na amostra, que em meio ácido é transformado a amônio (NH_4^+). O restante da matéria orgânica é convertido à CO_2 e H_2O (Eq. 1). Para este fim, a amostra é misturada com: ácido sulfúrico, mistura catalítica e peróxido de hidrogênio em uma rampa de temperatura que inicia em $50\text{ }^\circ\text{C}$ e chega até cerca de $350\text{ }^\circ\text{C}$ a $380\text{ }^\circ\text{C}$.

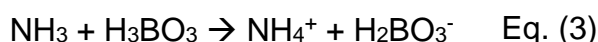


A mistura catalítica é constituída do clássico catalisador de Kjeldahl: sulfato de cobre e sulfato de potássio (m:m - 1:10), sendo o K_2SO_4 usado para aumentar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico, que se vaporiza em 337°C . Já o peróxido de hidrogênio é um co-catalisador da reação, pois também auxilia na decomposição da matéria orgânica (vale destacar que o H_2O_2 também possui ação anti-espuma, que é formada durante a digestão pela adição de ácido sulfúrico sobre a amostra de tecido vegetal)^[5].

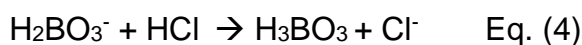
A segunda etapa se refere a neutralização e a destilação. O processo de neutralização ocorre quando NaOH é adicionado sobre o produto da digestão (Eq. 2):



O produto da reação libera o NH_3 , que é destilado e condensado à um recipiente contendo ácido bórico. Quando NH_3 condensa, reage com o ácido, formando o íon borato (Eq. 3):



O íon borato é a chave do método de quantificação de Kjeldahl, em que reagirá com HCl na última etapa de titulação de neutralização (Eq. 4). Sendo que a quantidade de HCl gasta para neutralizar o íon borato é equivalente a concentração de nitrogênio proveniente do tecido vegetal.

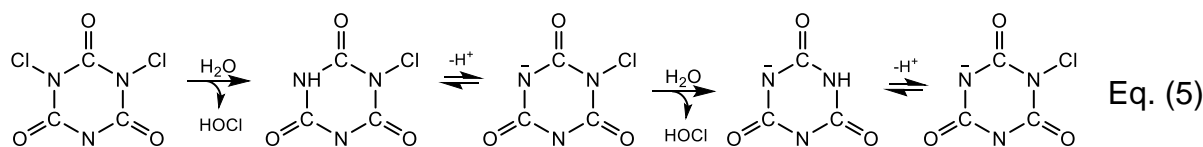


3.1.2 Determinação de nitrogênio via reação de Berthelot modificada

Nesta metodologia determina-se nitrogênio amoniacal que é quantificado através de uma reação de Berthelot^[6] modificada. A modificação fora desenvolvida por Krom^[7] e são utilizados o salicilato de sódio, dicloroisocianurato de sódio e complexos de cianetos como os principais reagentes. O produto da reação pode ser quantificado por espectroscopia de UV-Vis.

Krom^[7] investigou a reação entre salicilato de sódio e dicloroisocianurato de sódio, e propôs uma sequência de reações, sendo que o 5-aminosalicilato foi proposto como intermediário da reação, mostrando que o indofenol se forma rapidamente quando ele está presente.

Inicialmente, tem-se a hidrólise do dicloroisocianurato, que libera HOCl no meio (Eq. 5):



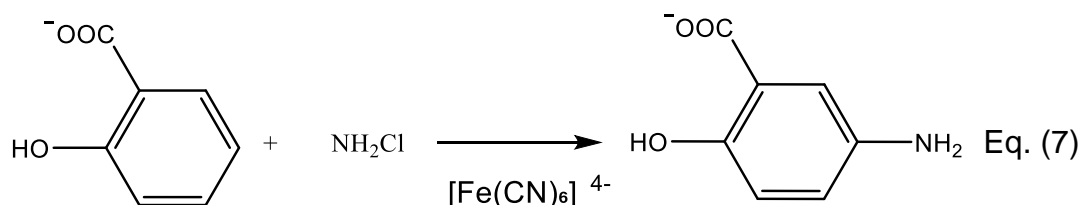
Fonte: Adaptado de Krom.^[7]

O HOCl reage com NH_3 , formando NH_2Cl e água (Eq. 6).



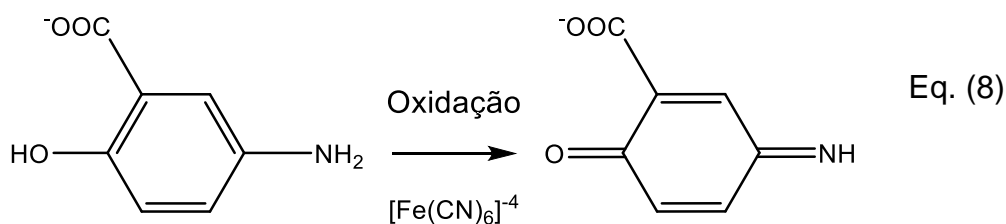
Fonte: Adaptado de Krom.^[7]

Posteriormente, ocorre a reação entre o NH_2Cl e o salicilato de sódio, formando o 5-aminosalicilato (Eq. 7). A monocloramina (NH_2Cl) é estabilizada em pH 12,1, o pH ideal para o sistema utilizado, pela formação de um complexo intermediário de hexacianoferrato (II). O grupo OH no anel é *orto* direcionador, enquanto o COOH é *orto* e *para* desativador, restando apenas duas posições disponíveis para ocorrer a reação, e por impedimento estérico, a reação deve ocorrer na posição *para* em relação a hidroxila.



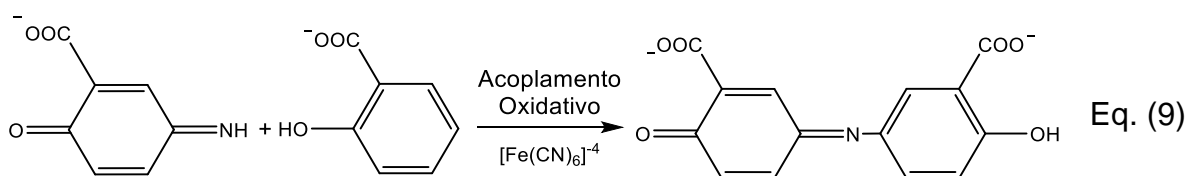
Fonte: Adaptado de Krom.^[7]

O produto da equação 4, 5-aminosalicilato, é oxidado (Eq. 8), sendo o principal agente oxidante envolvido nessas duas etapas é, provavelmente (segundo Krom^[7]), o complexo hexacianoferrato (III), produzido 3-imino-6oxociclohexa-1,4-dienocarboxilato.



Fonte: Adaptado de Krom.^[7]

Na próxima etapa o produto da oxidação reage com o fenol salicílico (Eq. 9). Esta reação ocorre através de acoplamento oxidativo, catalisada pelo hexacianoferrato (III).



Fonte: Adaptado de Krom.^[7]

O produto da Eq. (9) é um indofenol e possui coloração azul. Desta forma, a sua respectiva absorvância pode ser determinada através da espectroscopia de UV-Vis no comprimento de onda de 660 nm.

Para o tecido vegetal, o nitrogênio é a exceção, pois é quantificado somente via espectroscopia de UV-Vis, e para o restante dos elementos, os chamados macronutrientes e micronutrientes, são determinados simultaneamente via ICP-OES.

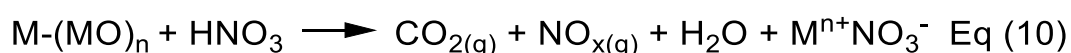
3.1.3 Determinação de macro e micronutrientes – análise multielementar (ICP-OES)

Efetuada a quantificação de amônia, segue-se para determinar o restante dos elementos: macro e micros nutrientes. Para tal, deve-se realizar a reação de mineralização da matéria orgânica. Então, faz-se a digestão e utiliza-se forno micro-ondas, sob pressão, para acelerar a reação.

Nesse tipo de digestão, não se usa o ácido sulfúrico, como para N, mas sim o ácido nítrico, já que o HNO₃, além de ser um ácido forte, também é um ácido mineral/inorgânico. Com metais, produz sais que são altamente solúveis e estáveis em solução até a sua ionização. Na reação, é adicionado H₂O₂, ajudando na

decomposição da matéria orgânica, o que também acelera a digestão. No quesito instrumental, a adição de peróxido de hidrogênio auxilia na análise via ICP-OES, já que alguns estudos reportaram menor supressão de sinal em comparação com outras digestões preparadas sem a adição de H₂O₂.^[8]

A reação genérica da matéria orgânica com o ácido nítrico é esquematizada abaixo (Eq. 10):



Finalizado a digestão, tem-se liberados os carbonos orgânicos em forma de CO₂ e nitrogênio orgânico em forma de NO_x (NO para decomposição incompleta e NO₂ para completa), os minerais (macro e micronutrientes: P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) estão, então, solúveis na solução aquosa, estabilizados em forma de sais de NO₃ e podem prosseguir para a posterior análise de espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

4- OBJETIVOS

O objetivo do presente estágio é proporcionar a possibilidade de aprendizado ao estagiário por meio do acompanhamento e participação em diversas atividades, dentro das quais se destaca a utilização de técnicas para a análises da composição química de plantas para avaliação do estado nutricional. O estagiário acompanhou também, as atividades de laboratório conduzidas na área de fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas na Embrapa Soja. O aprendizado oportunizado ao estagiário será de grande importância para seu aperfeiçoamento acadêmico e profissional face à relevância do tema.

4.1 Objetivo Geral

- Quantificação de macronutrientes e micronutrientes em tecido vegetal;
- Aprimorar as habilidades aprendidas durante o curso de graduação;
- Desenvolver novos aprendizados acerca da participação em um ambiente de trabalho analítico, lidar com novos desafios e problemas que englobam a química e trabalho administrativo dentro de um laboratório de análises químicas.

4.2 Objetivos específicos

- Determinação macronutrientes micronutrientes em tecido vegetal via ICP-OES e UV-Vis;
- Neutralização e descarte de resíduos gerados durante as quantificações;
- Recebimento e cadastro de amostras.

5- METODOLOGIA

Para a análise de tecido vegetal, determina-se nitrogênio amoniacal (mg de N por kg de amostra) por UV-Vis e macro e micronutrientes: P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (g para macro e mg para micronutrientes em relação um kg de amostra) por ICP-OES.

Para a quantificação de nitrogênio, utilizou-se o método de abertura de amostra pela digestão conforme o método de Kjeldahl^[4], já a sua quantificação fora realizada via metodologia de reação de Berthelot^[6] modificada por Krom^[7].

E sendo assim, as metodologias utilizadas durante o estágio encontram-se descritas nos subtópicos a seguir.

5.1 Metodologia para quantificação de nitrogênio.

Inicialmente, realiza-se a digestão nitrogênio via método de Kjeldahl^[4], pesa-se 1,0 g de amostra de tecido vegetal, transfere-se a quantidade pesada para tubos de vidro. Neles, adicionam-se, nesta sequência, aproximadamente 1,0 g de uma mistura catalítica (1:10 de sulfato de cobre:sulfato de potássio), 1,5 mL de ácido sulfúrico concentrado e 2,0 mL de peróxido de hidrogênio (30%). Adicionados os reagentes, colocam-se os tubos em blocos digestores, onde será realizado um aquecimento com rampa de temperatura. Inicia-se a digestão em 50 °C e a cada meia hora aumenta-se 50 °C, até atingir a temperatura máxima de 350 °C. Quando atingido o valor máximo de temperatura, mantém-se a mesma por aproximadamente 3 h.

Verificada a finalização da digestão após as 3 h, deixam-se as amostras resfriarem naturalmente a temperatura ambiente. O líquido remanescente nos tubos de vidro é diluído a um volume final de 50 mL.

Realizada a digestão de Kjeldahl, prossegue-se para a determinação via reação de Berthelot modificada por Krom. Para a metodologia modificada, preparam-se cinco soluções: P1, A, B, C, e D^[5,7] que serão utilizadas no UV-Vis.

A solução P1 é preparada com a dissolução de 20 g sabão de Brij[®]35 ((C₂H₄O)_nC₁₂H₂₆O) em 200 mL de água deionizada.

A solução A é preparada com 33 g de tartarato de sódio e potássio 24 g de citrato trissódico, água deionizada e 9,0 mL de solução 10% de Brij[®]35. Inicialmente, dissolve-se o tartarato em 800 mL de água deionizada em um balão volumétrico de 1

L. Adiciona-se o citrato e a mistura é agitada. Adiciona-se, por fim, o Brij®35, completando-se a solução até o menisco. O pH necessita estar na faixa entre 5,1 e 5,3. Ajustando-o, caso necessário, com ácido clorídrico concentrado. A solução B é preparada com 25 g de hidróxido de sódio, 80 g de salicilato de sódio e água deionizada. Em um béquer de plástico, dissolve-se o hidróxido de sódio em 25 mL de água deionizada. Em um balão volumétrico de 1,0 L, dissolve-se o salicilato em 800 mL de água deionizada, adiciona-se a solução de NaOH, e completa-se até 1,0 L com água deionizada.

A solução C é preparada com 1,0 g de nitroprussiato de sódio ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dissolvido em água deionizada e avolumado a 1 L em um balão volumétrico.

A solução D é preparada com 1,0 g de dicloroisocianurato de sódio dissolvido em água deionizada e avolumado a 1 L em um balão volumétrico.

Com as soluções estoque prontas, pode-se a absorção do produto (azul) é medida com um espectrofotômetro no comprimento de onda em 660 nm. Um só equipamento realiza a análise, da marca Skalar: San++ Automated Wet Chemistry Analyzer - Continuous Flow Analyzer (CFA). Ele é dotado de bomba peristáltica que bombeia os reagentes e mistura-os em determinados canais na ordem requisitada pela reação, formando o produto dentro do próprio equipamento.

5.2 Determinação de macronutrientes e micronutrientes.

Para a determinação de macro e micronutrientes, pesam-se 2,5 g da amostra de tecido vegetal, transfere-se para tubos de plástico, adicionam-se 6,0 mL de uma solução 1:1 de ácido nítrico (65%) e água deionizada; e adicionam-se 2,0 mL de peróxido de hidrogênio (30%). Vedam-se os tubos e digere-se em forno de micro-ondas nas seguintes condições: 10 min de aquecimento; mantido a 170 °C por 15 min, sob 2,0 MPa de pressão; e, por fim, resfriamento por 20 min, para atingir a temperatura ambiente.^[10]

Após a digestão, abrem-se os tubos de plástico, e o conteúdo é transferido para tubos Falcon de 50 mL, completando-se com água deionizada até a sua marca de 30 mL. O líquido diluído é analisado via ICP-OES (Thermo Scientific iCAP 6200, estabelecido em 1150W, com 0,5 L min⁻¹ de fluxos de gás auxiliar e 0,7 L min⁻¹ de

fluxos de nebulizador, com ítrio (Y) como padrão interno), fornecendo os valores de g kg^{-1} de P, K, Ca, Mg e S e mg.kg^{-1} de B, Cu, Fe, Mn e Zn.

5.3 – Descarte de resíduos e segurança do trabalho

Toda e qualquer procedimento realizado no laboratório necessitava da utilização de todo equipamento de proteção individual (EPI) necessário (luvas, jaleco, óculos de proteção e eventualmente máscara). O laboratório é equipado com saídas de emergência, extintores de incêndio e chuveiros em caso de qualquer acidente.

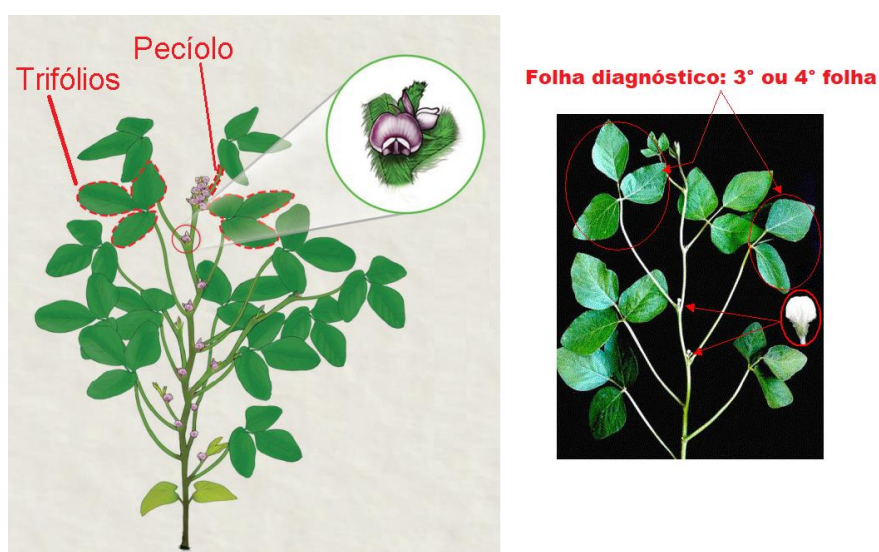
Os resíduos gerados nas análises de tecido vegetal são ácidos, que são neutralizados com resíduo alcalino de NaOH de áreas afins, a pH próximo de 7 (Seguindo a portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério Da Saúde)^[11], e descartados no sistema de esgoto sanitário.

6- DISCUSSÕES DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTÁGIO

Os resultados aqui expostos são referentes às análises realizadas na Embrapa – Soja. Sendo que as amostras foram obtidas na região de Londrina – Paraná (PR). O experimento refere-se a adubagem do solo com "cama de frango" (que consiste em uma mistura de palha de arroz, serragem, fezes, urina, restos de ração e penas), onde foram adubadas quatro áreas, variando a quantidade (tonelada por hectare) da cama de frango no solo. A área número 1 é a de controle, ou seja, não se adicionou cama de frango no solo. As áreas de dois a quatro foram adubadas com, respectivamente, 2,5 T/ha; 5,0 T/ha e 10,0 T/ha.

Para o método de análise foliar empregou-se a digestão seguindo os preceitos de Kjeldahl e quantificação segundo Krom^[7] (modificação de Berthelot). Acerca da amostragem, feita pelos trabalhadores envolvidos nas plantações da Embrapa – Soja, requer a seleção e coleta de 25 ou mais plantas, coletando-se, a partir do topo da soja, o terceiro ou quarto grupo de folhas (chamado trifólio), sem o pecíolo ("cabo" que une as três folhas do trifólio e o caule central da soja) na área desejada (Figura 2). A coleta deve ser feita no estágio R2 (florescimento pleno da soja), que é um dos estágios iniciais de crescimento dela, resultando em teores de nutrientes que podem ser corrigidos após algum tratamento químico ou agrônômico.

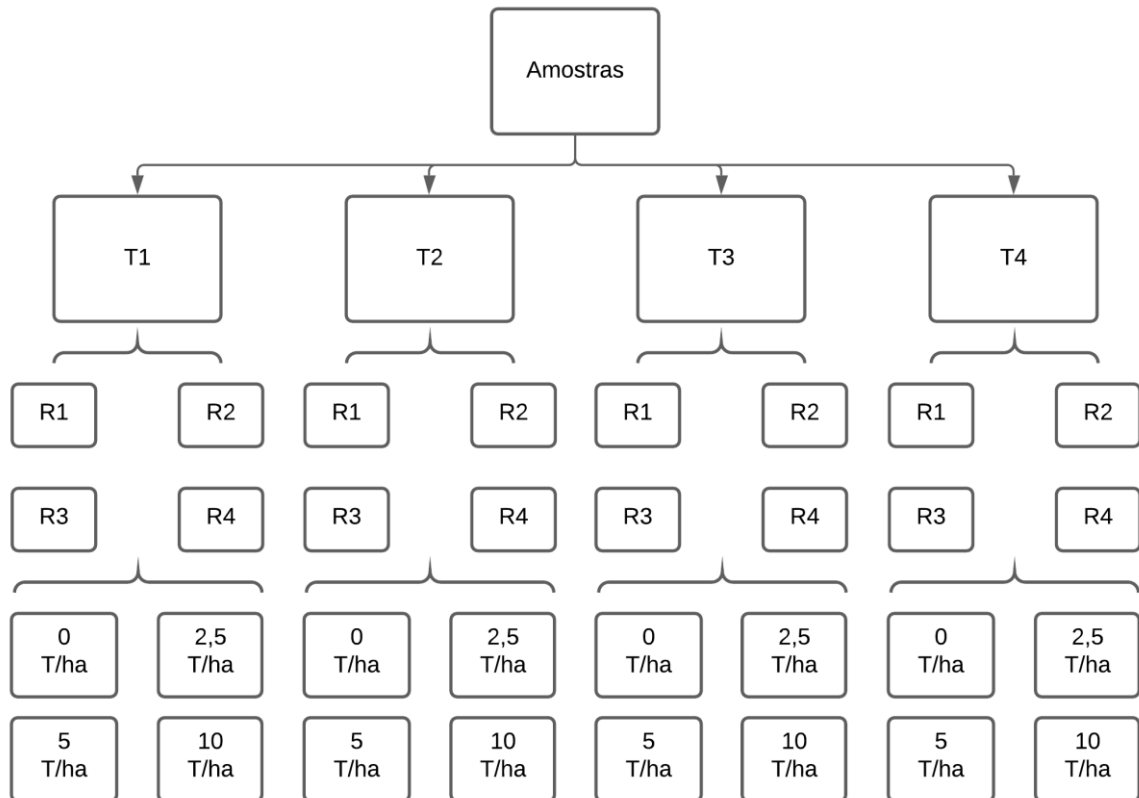
Figura 2. Localização dos trifólios, pecíolo e especificação das folhas a serem coletadas.



Fonte: JÚNIOR, C. DE C. D. K. G. J. S. F. A. DE O. A. DE O. **Análise foliar.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_40_271020069132.html>. Acesso em: 10 dez. 2020.^[14]

No âmbito da divisão das amostras recebidas, separou-se em quatro testes (T1, T2, T3 e T4) e cada teste é repartido em quatro repetições (R1, R2, R3 e R4). E a cada repetição havia a variação de cama de frango no solo (do controle, 0 T ha⁻¹, para 2,5 T ha⁻¹, 5 T ha⁻¹ e para 10 T ha⁻¹), totalizando 64 amostras (Figura 3).

Figura 3. Fluxograma do processo de divisão para as análises da amostra.



Fonte: O Autor (2020).

Realizada as digestões de nitrogênio, e macro e micronutrientes, seguiu-se para a quantificação via instrumentação automatizada, tanto por análise de ICP-OES quanto por espectroscopia de UV-Vis. Porém, antes de analisar as amostras, necessitou-se realizar curvas de calibrações com padrões específicos de nitrogênio (UV-Vis) e todos os outros macro e micronutrientes (ICP-OES) nos dois equipamentos, resultando em dados em forma de planilha, que estão resumidos na tabela 1.

Tabela 1. Concentrações de nitrogênio e macro e micronutrientes nas amostras de folha de soja.

T _n R _n (t ha ⁻¹)	N ¹	P ¹	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	S ¹	Zn ²	Mn ²	Fe ²	Cu ²	B ²
T1R1(0)	44,67	2,49	17,42	10,82	4,21	2,24	48,18	119,7	92,7	7,77	43,81
T1R2(0)	51,69	3,08	19,65	10,5	4,08	2,41	47,54	102,56	84,8	9,47	48,96
T1R3(0)	48,62	3,58	16,62	10,02	4,13	2,60	42,62	95,10	114,20	10,37	48,23
T1R4(0)	38,19	1,98	17,14	9,93	4,19	2,06	46,15	117,88	130,20	7,50	42,54
T2R1(0)	45,85	2,39	20,06	10,82	4,05	2,18	53,36	119,04	356,02	9,09	46,81
T2R2(0)	51,27	3,42	17,69	9,23	4,07	2,49	48,80	101,73	139,79	10,70	46,51
T2R3(0)	51,83	3,34	17,33	9,72	4,04	2,45	52,18	113,47	110,32	9,93	43,23
T2R4(0)	47,84	3,13	16,56	10,10	4,44	2,59	55,34	125,47	105,24	10,19	46,56
T3R1(0)	51,42	3,33	16,39	10,07	4,30	2,65	55,72	124,17	129,22	10,64	46,64
T3R2(0)	52,39	3,78	17,87	8,63	4,09	2,58	49,35	100,45	104,56	10,38	45,02
T3R3(0)	46,08	4,23	19,27	8,82	4,09	2,54	47,94	103,81	106,10	10,63	44,45
T3R4(0)	45,54	2,93	17,51	9,99	4,41	2,59	49,04	134,89	130,55	9,10	48,18
T4R1(0)	49,18	3,05	14,49	10,50	4,18	2,63	50,95	135,22	111,45	10,41	50,42
T4R2(0)	46,80	3,18	16,67	11,19	4,35	2,68	51,23	111,22	128,10	10,75	51,08
T4R3(0)	48,70	3,39	17,84	9,94	4,20	2,53	45,06	94,15	133,85	12,76	45,43
T4R4(0)	45,51	2,78	16,09	8,93	4,32	2,59	48,08	171,45	155,1	11,01	45,92
T1R1(2,5)	52,08	3,40	18,85	10,35	4,21	2,56	51,72	103,98	112,94	10,72	50,06
T1R2(2,5)	47,34	3,01	16,87	9,29	4,25	2,49	55,12	120,53	93,39	10,04	47,40
T1R3(2,5)	49,29	3,29	18,25	9,30	4,06	2,41	45,88	95,58	100,63	9,87	40,02
T1R4(2,5)	49,42	2,73	16,55	9,81	4,52	2,52	46,65	122,72	197,76	8,24	46,19
T2R1(2,5)	43,59	3,59	18,34	10,71	4,03	2,48	41,61	86,04	92,37	9,12	49,04
T2R2(2,5)	48,41	3,06	16,97	10,50	4,46	2,64	58,50	127,64	103,31	10,63	50,26
T2R3(2,5)	45,36	3,20	17,14	9,02	3,97	2,33	42,70	109,69	94,34	9,36	39,99
T2R4(2,5)	43,65	2,28	14,85	10,76	4,42	2,29	42,40	108,85	126,48	8,04	45,70
T3R1(2,5)	52,19	3,59	17,68	11,23	4,19	2,65	43,54	85,33	106,65	10,58	51,41
T3R2(2,5)	46,65	3,07	17,67	10,95	4,27	2,58	46,66	98,66	124,56	10,1	53,06
T3R3(2,5)	50,9624	3,49	18,61	9,77	4,14	2,65	48,78	111,34	250,93	10,51	47,45
T3R4(2,5)	42,23	2,83	18,72	9,32	4,36	2,39	49,2	137,90	124,08	9,42	48,49
T4R1(2,5)	52,24	3,40	16,05	9,18	3,81	2,47	41,67	85,44	100,93	10,09	47,62

T4R2(2,5)	48,87	3,54	17,99	9,43	4,38	2,59	56,63	118,97	110,85	12,11	45,13
T4R3(2,5)	50,76	3,82	20,47	9,51	4,19	2,4	46,04	93,50	117,24	10,54	45,26
T4R4(2,5)	45,27	3,62	19,40	10,03	4,21	2,51	48,46	97,51	100,38	10,47	48,48
T1R1(5)	53,06	3,78	19,2	10,26	4,08	2,50	44,58	85,39	97,30	11,14	48,09
T1R2(5)	57,48	3,62	15,76	9,09	3,93	2,65	41,84	86,52	106,76	10,37	47,69
T1R3(5)	52,49	2,47	16,41	9,43	4,05	2,26	49,27	125,03	116,93	7,61	39,87
T1R4(5)	52,80	3,45	19,15	8,42	3,84	2,14	38,68	82,25	78,16	8,15	39,69
T2R1(5)	42,73	3,52	20,01	10,32	3,97	2,43	41,14	81,97	87,23	10,14	46,20
T2R2(5)	0	3,20	15,62	10,10	4,08	2,50	41,35	103,72	111,41	9,33	47,65
T2R3(5)	0	2,81	16,59	10,34	4,31	2,46	52,96	141,65	130,06	9,90	45,16
T2R4(5)	50,09	2,95	20,79	10,36	4,09	2,14	41,53	83,74	94,11	8,37	41,08
T3R1(5)	52,80	3,54	16,41	10,21	4,08	2,63	44,95	99,99	110,44	10,44	48,14
T3R2(5)	54,37	3,84	16,04	8,93	3,95	2,57	44,01	79,68	121,76	11,08	44,77
T3R3(5)	51,78	3,04	17,13	10,78	4,38	2,47	48,34	136,63	125,61	8,44	47,28
T3R4(5)	52,29	3,62	16,82	9,20	4,21	2,69	50,82	105,64	124,39	10,86	48,24
T4R1(5)	53,32	4,14	16,86	8,16	3,94	2,68	46,00	84,26	107,11	11,61	45,18
T4R2(5)	53,82	3,49	22,55	9,62	3,82	2,11	41,99	66,92	75,56	9,39	44,76
T4R3(5)	45,20	2,78	21,42	9,89	4,09	2,16	43,49	118,14	97,24	8,27	43,42
T4R4(5)	46,76	3,22	19,39	10,44	4,4	2,45	44,72	100,51	101,19	10,03	40,86
T1R1(10)	50,09	3,59	15,74	10,05	4,03	2,73	45,58	98,35	111,83	11,41	47,41
T1R2(10)	39,51	3,17	15,35	11,10	4,67	2,75	57,02	134,24	149,61	11,13	47,88
T1R3(10)	54,60	3,39	21,85	10,84	4,12	2,14	42,78	79,94	100,89	9,61	42,55
T1R4(10)	53,52	3,65	20,17	9,57	3,99	2,31	45,04	80,35	96,50	9,93	44,33
T2R1(10)	46,99	3,49	15,41	9,67	4,05	2,68	42,84	99,00	112,23	10,52	45,41
T2R2(10)	53,78	3,49	17,75	9,26	4,34	2,67	56,45	112,73	127,2	12,20	47,66
T2R3(10)	47,96	3,35	17,19	10,29	4,22	2,39	42,56	89,11	109,45	9,92	48,31
T2R4(10)	46,80	3,22	18,09	9,87	4,07	2,31	42,10	88,53	110,07	9,81	42,75
T3R1(10)	48,97	3,70	21,52	9,64	3,74	2,23	43,63	84,46	79,45	10,15	44,84
T3R2(10)	52,80	3,22	18,70	9,79	4,14	2,34	53,49	124,96	99,75	10,80	46,54
T3R3(10)	65,17	3,14	16,82	8,13	3,98	2,35	39,64	76,41	97,84	9,75	39,13
T3R4(10)	38,69	3,01	17,88	10,16	4,44	2,56	40,78	92,95	124,16	9,91	40,68
T4R1(10)	50,39	3,76	17,19	8,09	3,93	2,61	38,56	74,59	104,45	10,67	47,37
T4R2(10)	44,85	3,52	16,99	8,91	4,49	2,71	49,67	124,83	112,28	11,70	40,23

T4R3(10)	45,26	4,05	17,90	8,46	4,09	2,79	44,02	101,42	113,68	11,01	44,00
T4R4(10)	45,16	3,88	18,18	8,10	4,01	2,62	40,16	81,87	136,00	10,74	41,62

¹ Teores em g kg⁻¹;

² Teores em mg kg⁻¹.

Como são 64 amostras, pode-se fazer as médias e desvio padrão de cada tratamento envolvendo a adubagem de 0 t ha⁻¹ até 10 t ha⁻¹, sendo os resultados resumidos na Tabela 2, abaixo:

Tabela 1. Média e desvio padrão dos teores de macro e micronutrientes nas amostras de tecido vegetal (folha de soja).

	T (0)	T (2,5)	T (5,0)	T (10,0)
N (g kg ⁻¹)	48,23 ± 3,66	48,64 ± 3,28	52,64 ± 3,93	48,46 ± 6,36
P (g kg ⁻¹)	3,15 ± 0,55	3,34 ± 0,40	3,47±0,44	3,49 ± 0,29
K (g kg ⁻¹)	17,37 ± 1,40	17,83 ± 1,37	16,99±2,22	17,81 ± 1,91
Ca (g kg ⁻¹)	10,00 ± 0,74	9,79 ± 0,71	9,99±0,77	9,65 ± 0,94
Mg (g kg ⁻¹)	4,18 ± 0,13	4,21 ± 0,19	4,08±0,17	4,08 ± 0,24
S (g kg ⁻¹)	2,56 ± 0,18	2,50 ± 0,11	2,46±0,24	2,58 ± 0,21
Zn (mg kg ⁻¹)	48,92 ± 3,55	46,65 ± 5,31	44,29±3,10	43,23 ± 5,81
Mn (mg kg ⁻¹)	115,67 ± 19,47	106,41 ± 15,99	93,25±21,77	91,03 ± 18,69
Fe (mg kg ⁻¹)	121,15 ± 62,13	108,75 ± 42,45	106,93±16,50	110,95 ± 16,75
Cu (mg kg ⁻¹)	10,37 ± 1,28	10,09 ± 0,99	9,96±1,23	10,59 ± 0,77
B (mg kg ⁻¹)	46,53 ± 2,45	47,53 ± 3,57	45,17±3,06	44,58 ± 2,99

Os dados da Tabela 3 servem como um comparativo, pois estes fornecem os valores nutricionais adequados para a cultura de soja.

Tabela 2. Classes e teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas, sem pecíolo, de soja de tipos de crescimento determinado e indeterminado.

Elemento	Baixo	Adequado	Alto
	g kg⁻¹		
N	< 45,0	45,0 a 65,0	> 65,0
P	< 2,8	2,8 a 4,5	> 4,5
K	< 18,0	18,0 a 25	> 25,0
Ca	< 6,0	6,0 a 10,0	> 10,0
Mg	< 2,8	2,8 a 5,0	> 5,0
S	< 2,4	2,4 a 4,0	> 4,0
	mg kg⁻¹		
B	< 40	40 a 60	> 60
Cu	< 6	6 a 12	> 12
Fe	< 90	90 a 180	> 180
Mn	< 70	70 a 150	> 150
Zn	< 30	30 a 45	> 45

Fonte: Adaptado de Seixas *et.al.*[2]

Os valores de nitrogênio para a folha variam de 45,1 g kg⁻¹ a 55,0 g kg⁻¹, os valores médios para cada tratamento encontrados, contidos na Tabela 2, variaram de 48,23 g kg⁻¹ até 52,39 g kg⁻¹. Quando o teor de N na folha está dentro da faixa adequada, o rendimento considerado esperado para soja em relação a um hectare será de 3000 kg ha⁻¹.^[13] Sendo assim, espera-se que o rendimento para as sementes seja cerca de 3000 kg ha⁻¹. Os valores poderão ser menores, visto que durante a colheita sempre há perdas, devido à colheita mecanizada, além das sucessivas transferências entre máquinas agrícolas, e, também, durante o transporte. O valor cai ainda mais se considerar, também, as condições de armazenamento. Em relação à logística, perde-se 1,3% em relação a produção anual, e dentro desses 1,3%, tem-se a perda pela armazenagem, responsável por 67,2% dos decréscimos anuais. Os transportes ocupam o restante do prejuízo, sendo o rodoviário com 13,3%, o terminal portuário com 9,0%, multimodal ferroviário com 8,8% e o multimodal hidroviário com 1,7%.^[15] Logo, dependendo de qual fase se considera o “rendimento” da colheita, o valor pode ser menor ou igual a 3000 kg ha⁻¹.

Os valores zerados são, em termos internos ao laboratório, devidos a erros e perdas durante a etapa de digestão de nitrogênio ou na etapa de pesagem ou perda

do material pesado durante as subseqüentes transferências de variados recipientes. Há casos que os vidros da digestão quebravam, e como havia pouco material para análise, perdia-se a amostra. Outro ponto, dessa vez externo ao laboratório, é que esse material pode não ter chegado ao laboratório, pois, pode-se se ter perdido no campo ou não se realizou a coleta. Logo, esses foram desconsiderados da média para a produção da Tabela 2.

Todos esses teores de nitrogênio refletem diretamente na qualidade do solo e da eficiência da inoculação das sementes (é necessário se fazer a inoculação, pois a soja não é brasileira nativa, logo, a sua bactéria também não é natural aos solos do Brasil). A inoculação traz benefícios, tanto nutricionais quanto econômicos, para todas as áreas de plantio soja no Brasil, que são cerca de 27,7 milhões de hectares, caso se atribuir a quantidade de fertilizante nitrogenado necessário para produzir 49 sacos.ha⁻¹, que foi a produção da safra entre 2012 e 2013, necessitar-se-ia, considerando 60% de rendimento, de 588 kg uréia.ha⁻¹, que em 2013 custaria em média (em relação ao preço do fertilizante) 906,00 reais para adubar um hectare. O custo da inoculação é de cerca de, apenas, 8,00 reais por hectare, o que resulta em uma economia anual em torno de 24,9 bilhões de reais para o país pela não utilização de fertilizantes nitrogenados nas lavouras naquela época.^[16]

Acerca dos macronutrientes, os teores de K estão um pouco abaixo do teor mínimo (18,0 g kg⁻¹), logo, deve-se realizar, com o acompanhamento de um técnico agrícola, um cálculo para se chegar na quantidade recomendada de algum fertilizante que contenha K resultar em teores que se encaixem na faixa adequada. O restante dos macronutrientes, P, Ca, Mg e S, encontram-se em teores adequados.

Sobre os micronutrientes, os valores de Zn de T(0) e T(2,5) ultrapassaram um pouco do limite máximo (45,00 mg kg⁻¹), indicando que esse metal está em excesso. Os outros micronutrientes, Mn, Fe, Cu e B, encontram-se nas suas devidas faixas adequadas.

Analisando de T(0) a T(10), notou-se um comportamento de redução na quantidade de Mn, não notado para o restante dos elementos, indicando que de alguma forma a adição da cama de frango interfere na quantidade biodisponível para o tecido vegetal.

Com a breve exceção de K e Zn, os resultados obtidos foram satisfatórios, indicando que o manejo do solo se procedeu de maneira adequada, e que a soja ,que será colhida, apresentará rendimento satisfatório em termos de rendimento de grãos.

7- CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A análise química do tecido vegetal resulta em concentrações que dão poder ao químico e ao (técnico) agrônomo de discutir e discernir acerca do balanço nutricional, ou seja, analisar e concluir quais nutrientes estão em excesso, resultando em toxicidade à cultura, ou em falta, resultando em deficiência nutricional, ela é de suma importância para o rendimento da colheita, assim como para o solo (que será utilizado novamente para o plantio). As análises não se esgotam ou se limitam somente à quantificação nutricional por si só, mas servem como a base de todas outras pesquisas relacionadas com desenvolvimento genético, criação de propriedades específicas contra algum tipo de praga/peste etc.

As quantidades nutricionais para as amostras discutidas estavam dentro da faixa esperada, com a exceção de K e Zn. Dito isso, o resultado das análises químicas indica que a produção final da soja será próxima a 3000 kg ha⁻¹, já que os teores de nitrogênio estão adequados para a soja. Uma análise prévia mostra que é possível realizar um estudo mais aprofundado acerca da redução de Mn quando se adiciona quantidades progressivas de cama de frango, que de alguma maneira inibe a associação de Mn do solo para o tecido vegetal. Uma das possíveis alternativas à fertilização química é o plantio de uma co-cultura que pode fixar o elemento em deficiência, ou também que retire do solo o nutriente em excesso, resultando no equilíbrio nutricional para a soja.

Para um volume grande de amostras, é normal que algumas apresentem desvios em relação às suas replicatas, pois, a amostragem não depende só de uma pessoa, e principalmente: não depende só do químico, ela segue passando por várias mãos, até chegar no resultado, logo, necessita-se que os trabalhadores envolvidos estejam em sintonia a toda hora, pois qualquer confusão, esquecimento ou troca do número catalogado, pode gerar fontes de erros. Sendo assim, e como o(a) químico(a) é o último profissional que receberá os resultados antes de passar adiante para a correção dos níveis nutricionais, é de suma importância que ele(ela) tenha conhecimentos suficientes para analisar os resultados e discernir se algum dado é um *outlier*.

8- CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL

A formação e a educação que a Universidade Federal de Santa Catarina proporciona para o graduando do curso de química permitiu que o aluno deste presente trabalho se adaptasse com facilidade no meio laboratorial de análises rotineiras. O conhecimento prévio de preparo de soluções, interpretações de dados, cálculos, segurança laboratorial e disciplina foram bem aplicados no local de estágio.

Além disso, o estágio permitiu que o aluno não só focasse na área química, fazendo soluções e operando equipamentos, mas também como o recebimento, cadastro de amostras e resoluções de diversos problemas e desafios encontrado em um laboratório de análises rotineiras. Também, durante o estágio, houve saída de campo, que agregou conhecimentos da área de agronomia, expandindo a mentalidade e abrindo portas para novos conhecimentos de uma área afim.

O relacionamento interpessoal foi evoluído com a vivência na jornada de trabalho diária com outros estagiários, chefes e orientadores. Toda a equipe, desde o motorista do ônibus, porteiros, auxiliares de limpeza, pessoal do restaurante, do Setor de Gestão de pessoas (SGP), do laboratório em que se realizou estágio aos pesquisadores da Embrapa – Soja contribuíram, de uma maneira ou outra, para a formação de uma mentalidade empática e alegre, proporcionando um ambiente de trabalho saudável, feliz e receptivo.

Na Embrapa – Soja, o aluno descobriu que o curso que ele realiza é aquilo que ele deseja seguir no mercado de trabalho, identificando-se com a profissão de químico.

A contribuição, em especial, foi possível com o auxílio do orientador Adilson de Oliveira Júnior; do pessoal do laboratório, em especial à Mariana Gomes Germano Silva, ao Joviano Jacson Kleinert e à Fernanda Ramos de Andrade; e do pesquisador Cesar de Castro, que, por meio de instruções, dicas, conselhos e conversas, contribuíram para a realização de um estágio super saudável e com altíssima contribuição para o aprendizado.

E, por fim, o aluno sai do estágio com uma mente evoluída acerca do mercado de trabalho e de como um químico vive fora do meio acadêmico.

9- REFERÊNCIAS

- [1] EMBRAPA SOJA. Embrapa.br, 2020. Apresentação. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/apresentacao>>. Acesso em: 2 de março de 2020.
- [2] MORGAN, J.B.; CONNOLLY, E. L. (2013) **Plant-Soil Interactions: Nutrient Uptake**. Nature Education Knowledge 4(8):2
- [3] LOPEZ-BUCIO J. *et al.* **The role of nutrient availability in regulating root architecture**. *Current Opinion in Plant Biology* **6**, 280-287 (2003).
- [4] KJELDAHL, J. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. **Zeitschrift für analytische Chemie**, v. 22, n. 1, p. 366–382, 1 dez. 1883.
- [5] SEARLE, P. L. The berthelot or indophenol reaction and its use in the analytical chemistry of nitrogen. A review. **Analyst**, v. 109, n. 5, p. 549–568, 1 jan. 1984.
- [6] Berthelot, M. P. E., R&. *Chim. Appl.*, 1859, 1, 284
- [7] KROM, M. D. Spectrophotometric determination of ammonia: a study of a modified Berthelot reaction using salicylate and dichloroisocyanurate. **Analyst**, v. 105, n. 1249, p. 305–316, 1 jan. 1980.
- [8] MULLER, E. I. *et al.* Microwave-assisted wet digestion with H₂O₂ at high temperature and pressure using single reaction chamber for elemental determination in milk powder by ICP-OES and ICP-MS. **Talanta**, v. 156–157, p. 232–238, 15 ago. 2016.
- [9] BREMNER, J. M. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. **The Journal of Agricultural Science**, v. 55, n. 1, p. 11–33, ago. 1960.
- [10] USPEA. (1996). Soil Screening Guidance: Technical Background Document, 2nd Edn. Washington, DC: United States Government Publishing Office.
- [11] MINISTÉRIO DA SAÚDE. **PORTARIA Nº 2914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011**. Disponível em <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf> Acesso em: 2 de março de 2020.
- [12] SEIXAS, C. D. S. *et al.* Tecnologias de produção de soja. p. 347, [s.d.].
- [13] HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA. p. 48, [s.d.].
- [14] JÚNIOR, C. DE C. D. K. G. J. S. F. A. DE O. A. DE O. **Análise foliar**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_40_271020069132.htm>. Acesso em: 10 dez. 2020.

[15] PÉRA, T. **Pesquisa quantifica perdas logísticas de soja e milho no Brasil.** Jornal da USP. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-agrarias/pesquisa-quantifica-perdas-logisticas-de-soja-e-milho-no-brasil/>>. Acesso em: 25 set. 2020.

[16] EMBRAPA - SOJA. **Fixação biológica de nitrogênio.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>>. Acesso em: 25 setembro de. 2020.



DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO

A **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - Centro Nacional de Pesquisa de Soja**, inscrita no CNPJ n. **00.348.003/0042-99**, localizado na Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta, na cidade de **Londrina/Paraná**, declara que o aluno **Augusto Fidelis Bortolotto, CPF [REDACTED]**, número de matrícula da UFSC **17103981**, realizou estágio **OBRIGATÓRIO** referente a disciplina **Estágio Supervisionado (QMC 5515)** no **Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal – LASTV** entre o período de **09/12/2019** a **13/03/2020**, totalizando 450 horas.

A Instituição de Ensino UFSC em que o aluno estuda possui vínculo com esta **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - Centro Nacional de Pesquisa de Soja** e o aluno tem seu projeto de estágio de conclusão de curso supervisionado pelo pesquisador da empresa referida **Adilson de Oliveira Junior, CREA/PR 60401/D, CPF [REDACTED]**.

Atenciosamente,

Adilson de Oliveira Junior

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
Centro Nacional de Pesquisa de Soja.