



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

Laiz de Souza Correia

**Recife – PE
Novembro de 2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

Relatório apresentado à Coordenação do curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO).

Laiz de Souza Correia

**Recife – PE
Novembro de 2020**

FOLHA DE APROVAÇÃO

A comissão de avaliação do ESO aprova o Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório da discente **Laiz de Souza Correia** por atender as exigências do ESO.

Recife, 06, de novembro de 2020

Comissão de avaliação

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
(Orientador, Departamento de Zootecnia/UFRPE)

Prof. Dra. Tayara Soares de Lima
(Departamento de Zootecnia/UFRPE)

MSc. Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim
(Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE)

DADOS DO ESTÁGIO

NOME DA EMPRESA OU ESTABELECIMENTO: Instituto Agrônômico de Pernambuco
- IPA

LOCAL DE REALIZAÇÃO: Recife - PE

PERÍODO: 17 de agosto á 04 de novembro de 2020.

CARGA HORÁRIA: 330 horas

ORIENTADOR: Francisco Fernando Ramos de Carvalho

SUPERVISOR: José Nildo Tabosa

Carga Horária Total: 330 horas



INSTITUTO AGRÔNOMICO
DE PERNAMBUCO

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que **Laiz de Souza Correia**, RG nº 8658425 – SDS/PE, CPF 098.075.144-60, residente Av. Dr. José Rufino, 2984, Tejipió, Recife/PE, através do Termo de Compromisso firmado entre a **Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE** e o **Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA**, realizou Estágio Curricular Obrigatório, no **Laboratório de Água, Planta e Ração - LAPRA, na Sede do IPA- San Martins -Recife - PE**, no período de 17 de agosto a 04 de novembro de 2020, perfazendo um total de 330 horas, nas seguintes atividades: Análises de matéria seca; mineral; nitrogênio e proteína bruta; extrato etéreo; fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido; minerais: sódio, fósforo e potássio, sob a supervisão do Engenheiro Agrônomo e Pesquisador José Nildo Tabosa.

04 de novembro de 2020

Joseane Maia

Supervisora de Capacitação

Departamento de Gestão de Pessoas

Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA
Av. General San Martin, 1371 · Bongi · Recife/PE · CEP: 50.761-000
Fone: (81) 3184.7200 | www.ipa.br



“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angustia.

Aos meus pais por todo apoio e investimento.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse sonho.

Meu muito obrigada.

AGRADECIMENTOS

É chegado ao fim um ciclo de muitas risadas, choro, felicidade e frustrações. Sendo assim, dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta etapa da minha vida.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho por ter sido o meu orientador.

Ao meu querido supervisor do estágio Dr. Nildo Tabosa, que desde o primeiro contato, foi muito atencioso, dedicado, prestativo, me ajudando em todas as situações e compartilhando comigo o seu conhecimento, meu muito obrigada Dr. Tabosa.

Ao Dr. José de Paula, que juntamente com o Dr. Tabosa, foi fundamental para a realização do meu estágio no IPA. Sempre com muita atenção e dedicação, sou grata aos senhores.

Ao Fábio Cesar Teixeira de Santana, assistente técnico do laboratório - LAPRA, por toda ajuda, paciência e conhecimentos repassados.

Agradeço também ao doutorando Júlio César, por ter permitido que eu o acompanhasse nas análises do seu experimento e por todo conhecimento compartilhado.

Agradeço ao Instituto Agrônomo de Pernambuco. Pela oportunidade de estágio, por todo suporte durante esse período e sou grata também pois a partir dele, tive o privilégio de conhecer pessoas/profissionais incríveis.

À Universidade quero deixar uma palavra de gratidão por ter me recebido de braços abertos com todas as condições que me proporcionaram dias de aprendizagem muito ricos.

A todos os meus professores do curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE e da Unidade acadêmica de Serra Talhada – UAST, pela excelência da qualidade do ensino oferecido de cada um.

Aos meus pais Luiz Valença e Maria Lucinda de Souza, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

A minha querida e maravilhosa irmã, Larissa de Souza.

Ao meu parceiro de vida Alexandre Ferraz, ao qual eu serei eternamente grata por todo apoio, paciência, dedicação, amizade, lealdade e por sempre estar comigo seja nos melhores os piores momentos da minha vida, muito obrigada Xandinho.

A minha querida amiga Thalita Polyana, a qual eu tive o prazer de trabalhar com a mesma no desenvolvimento do seu experimento e a partir disso, tornou-se uma grande amiga para vida, sempre nos ajudando, superando os estresses e perrengues do dia a dia acadêmico e

também pessoal. Obrigada por sempre estar comigo, me apoiando e auxiliando nos meus últimos período de graduação.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, me auxiliaram e contribuíram para a conclusão dessa etapa profissional.

Muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Instituto Agronômico de Pernambuco.....	144
Figura 2. Instituto Agronômico de Pernambuco, área externa.....	144
Figura 3. Acesso aos laboratórios do IPA.....	166
Figura 4. Acesso ao Laboratório de Análise de Planta, Ração e Água – LAPRA.....	166
Figura 5. Interior do LAPRA com vista a bancadas e equipamentos.	178
Figura 6. Estrutura e reagentes do LAPRA.....	188
Figura 7. Folha da cultura do sorgo.	201
Figura 8. Preparação das amostras para pré-secagem em estufa.....	211
Figura 9. Moinho tipo Willey.....	212
Figura 10. Moagem das amostras.....	222
Figura 11. Balança analítica para pesagem do material.	234
Figura 12. Amostra na estufa para determinação da matéria seca (MS).....	234
Figura 13. Mufla para secagem dos materiais.....	245
Figura 14. Amostras sendo retiradas da mufla após secagem.....	245
Figura 15. Capela e bloco digestor.....	256
Figura 16. Destilador do tipo Kjeldahl.....	278
Figura 17. Processo de determinação de fibra.....	289
Figura 18. Imersão do material na solução.	30
Figura 19. Leituras do comprimento de onda das soluções com auxílio do espectrofotômetro.	301
Figura 20. Soluções padrões para sódio (Na ⁺) e potássio (K ⁺).....	3132
Figura 21. Fotômetro de chama.....	323
Figura 22. Leituras de Na ⁺ e K ⁺ com fotômetro de chama.....	324

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cultivares de sorgo do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) do Instituto Agronômico de Pernambuco.....	18
Tabela 2. Média da composição bromatológica dos grãos de sorgo, folha e milho.....	344
Tabela 3. Média da composição dos minerais dos grãos de sorgo, folha e milho.	355

SUMÁRIO

1.0 APRESENTAÇÃO	12
2.0 DESENVOLVIMENTO	13
2.1 Local	13
2.2 Instalações	15
2.3 Atividades desenvolvidas durante o estágio	17
2.3.1 Preparação das amostras	20
2.3.2. Determinação da Matéria Seca (MS).....	22
2.3.3. Determinação da Matéria Mineral (MM)	23
2.3.4. Determinação do teor de Proteína Bruta (PB)	25
2.3.5. Determinação do Extrato Etéreo (EE)	27
2.3.6. Determinação da Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)....	28
2.3.7. Determinação dos minerais (P, Na e K)	30
3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1.0 APRESENTAÇÃO

Com as projeções para o aumento populacional e, juntamente com as observações de demanda do setor agropecuário nas últimas décadas, o aumento exacerbado na demanda por alimento e proteína tem proporcionado a busca de técnicas com eficiência de plantio, sustentabilidade, e utilização de culturas com expressivo potencial alimentício para composição da dieta animal e segurança alimentar, visto que, a disponibilidade de terra aráveis está tornando-se limitadas em algumas regiões dos países (LIU et al., 2020; STEFOSKA-NEEDHAM; TAPSELL, 2020).

Em ambientes áridos e semiáridos, a escolha de culturas adaptadas auxilia no aumento da probabilidade de sucesso produtivo e econômico do setor agropecuário. Dentre as culturas com elevado grau adaptativo para essas regiões, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) vem se destacando devido a adaptabilidade em solos com baixa fertilidade, sistema de cultivo, baixa exigência hídrica, tolerância a fatores bióticos e abiótico, elevada aceitabilidade dos animais (i.e., monogástricos e ruminantes), alta produtividade, elevado conteúdo de proteína bruta e, energia metabolizável similar a cultura do milho (APPIAH-NKANSAH et al., 2019; XIE; XU, 2019; BARROS et al., 2020; OCHIENG et al., 2020; JARDIM et al., 2020).

O sorgo (*S. bicolor* (L.) Moench) é ranqueado como o quinto cereal mais cultivado em todo o mundo, devido à elevada aceitação em áreas agrícolas e expressiva importância comercial. Este fato é decorrido das múltiplas espécies com distintos propósitos, que apresentam na sua capacidade produtiva o fornecimento de produtos como forragem, açúcares e grãos (XIE; XU, 2019; BARROS et al., 2020). Por ser uma cultivar de metabolismo do tipo C4, possui elevada eficiência no uso da água e nitrogênio, o que confere alta produção de biomassa, favorecendo no fornecimento de alimento para produção animal e indústria energéticas (XIE; XU, 2019).

Na alimentação animal, seja esses ruminantes (e.g., caprinos, ovinos e bovinos) e não ruminantes (e.g., suínos, peixes e aves), a utilização da dieta com sorgo contribui para o funcionamento do rúmen, decorrente da melhoria da atividade da microbiota; e como elevada fonte de energia para animais em fase de crescimento e terminação, respectivamente (RONDA et al., 2019).

Estudos realizados por Sánchez-Duarte et al. (2019) observaram maior eficiência na produção média de vacas leiteiras com a utilização de silagem de sorgo, e comparação com a silagem de milho. Com isso, devido essas características promissoras, e que auxiliam na

melhor performance dos animais alimentados com o sorgo, estudos são realizados com intuito de analisar a bromatologia dessa forrageira com ênfase na formulação de rações (ROSA et al., 2017; RONDA et al., 2019; BERETTA et al., 2020).

Partindo desse pressuposto, a importância de analisar os alimentos que os animais irão consumir vão desde a sua produção até a formulação da dieta para que a produtividade animal seja atingida de maneira satisfatória. Assim, através das análises bromatológicas podemos prever os valores de proteína, vitaminas, minerais e fibra de determinada cultura, comprovando a qualidade da forragem a ser utilizada na alimentação animal.

Neste sentido, este relatório tem como objetivo apresentar as atividades realizadas durante Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO), tais como as análises bromatológicas da cultura do sorgo (*S. bicolor* (L.) Moench) no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Recife, durante o período de 17 de agosto a 04 de novembro do corrente ano.

2.0 DESENVOLVIMENTO

2.1 Local

Localizada na avenida General San Martin, 1371 - Bongi, Recife - PE, CEP: 50761-000, a instituição foi fundada em sete de setembro 1935 denominada de Instituto de Pesquisas Agrônomicas, órgão da administração direta do Estado de Pernambuco — tem apresentado um elenco de contribuições da maior relevância para o desenvolvimento do estado, nas áreas de pesquisa e extensão (Figura 1 e 2). Com sede e laboratórios na cidade do Recife. Em 1960 tornou-se autarquia, permanecendo com a mesma denominação e expandi-o suas atividades para o interior (em municípios do Agreste ao Sertão) por meio de uma rede de estações experimentais que lhe foi incorporada.



Figura 1. Instituto Agrônomo de Pernambuco.



Figura 2. Instituto Agrônomo de Pernambuco, área externa.

Já em 1975, foi renomeado como Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, e manteve a sigla IPA. Após a reforma administrativa do Governo do Estado, o IPA expandiu suas atividades para o interior por meio de uma rede de estações experimentais, ampliando desta forma, sua competência de entidade voltada para o desenvolvimento, produção de bens e serviços agropecuários congregando as atividades de assistência técnica, extensão rural e de infraestrutura hídrica. O IPA, atualmente, integra o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), coordenado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Com a missão de contribuir para o desenvolvimento rural e sustentável de Pernambuco, com atuação de modo interligado na geração de tecnologia, nas ações de assistência técnica e extensão rural e no fortalecimento da infraestrutura hídrica, com atenção prioritária aos agricultores de base familiar. Dentre os objetivos do IPA, podemos citar: procurar assegurar a continuidade na inovação dos recursos renováveis, elevar a produção e a eficiência do setor agropecuário, sem perder de vista as questões da sustentabilidade do desenvolvimento, como também, adequar os produtos da agropecuária à qualidade e às características demandadas

pelos consumidores finais e o equilíbrio dos ecossistemas.

As principais atividades na sede são a coordenação dos programas e projetos, pesquisas básicas e prestação de serviços à comunidade. As pesquisas são desenvolvidas com o objetivo de produzir insumos biológicos para o controle de pragas, inoculantes (fungos e bactérias) para a utilização do nitrogênio atmosférico, mudas sadias através da cultura de tecidos, além dos trabalhos conduzidos nas áreas de melhoramento vegetal, e fitossanidade.

O IPA possui excelência no melhoramento genética de diversas culturas, em ênfase a cultura do sorgo, já que diversos materiais lançados no mercado e em empresas privadas foram confeccionados pelo longo trabalho dos pesquisadores da área. Os melhoramentos da cultura do sorgo, proporcionaram melhoria na produção de forragem e grãos, como também, tolerância a pragas e doenças, e aprimoramento em sistemas de cultivo. Tais materiais desenvolvidos pelo programa do IPA deu uma contribuição marcante quando se trata da produção de alimentos para bovinos na região do Agreste pernambucano e, em parte significativa do Sertão, além do mais, disseminado a utilização da cultura para alimentação de aves.

2.2 Instalações

A sede da instituição compreende 15 laboratórios de diversas áreas (i.e., melhoramento vegetação, nutrição, solos, água e entre outros), dentre eles o LAPRA (Laboratório de Análise de Planta, Ração e Água) onde foi realizado o presente estágio supervisionado. O Laboratório de Análise de Planta, Ração e Água – LAPRA do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) (Figura 3 e 4) o qual faz parte de uma rede laboratorial com foco na determinação de compostos químicos de materiais como planta, ração e água para irrigação.



Figura 3. Acesso aos laboratórios do IPA.



Figura 4. Acesso ao Laboratório de Análise de Planta, Ração e Água – LAPRA.

A estrutura do LAPRA possibilita uma prestação de serviços de qualidade, bem como o atendimento especializado a população, com técnicas de análises e coletas que seguem normas internacionais como *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e *Association of Analytical Communities – AOAC*, além de órgãos nacionais referenciados como a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, com equipamentos precisos e devidamente calibrados.

Além disso, oferece serviços de análise bromatológica de planta e ração; análise físico-química de água para irrigação (i.e., águas coletadas de poços, barragens, açudes e rios). Como

também faz parte do Centro de Laboratórios Multiusuários – CLM, cujo é formado por quatro laboratórios (LAPRA, LABIO, LABS e LAGEN), todos integrados aos laboratórios do IPA. Tendo como objetivo, apoiar o desenvolvimento de atividades de pesquisa e desenvolvimento em diferentes áreas do conhecimento tanto para comunidade interna quanto para externa a instituição, visando contribuir para o desenvolvimento tecnológico regional.

2.3 Atividades desenvolvidas durante o estágio

O estágio foi realizado no laboratório LAPRA nas dependências do IPA (Figura 5 e 6). Na qual, foram acompanhadas as análises laboratoriais do aluno de doutorado Júlio Cesar Sobreira Ferreira, do curso em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, trabalhando com a viabilidade de sistemas agrossilviculturais para pequenas propriedades rurais na região de Itaparica, semiárido de Pernambuco, tendo como objetivo geral analisar o desenvolvimento de essências florestais nativas e exóticas de rápido crescimento em sistemas agrossilviculturais, visando retorno econômico a pequenas propriedades rurais na região de Itaparica, Pernambuco. Com o doutorando foi possível acompanhar as análises de determinação de proteína bruta, fósforo, potássio, sódio, FDN e FDA em amostras de capim consorciado com espécies florestais (SAF) e de forma isolada, para verificar a qualidade do capim-tanzânia (*Panicum maximum*) quando comparado aos sistemas analisados.



Figura 5. Interior do LAPRA com vista a bancadas e equipamentos.



Figura 6. Estrutura e reagentes do LAPRA.

Além disso, foi realizada análises bromatológicas dos grãos (em ponto ideal de colheita) de 33 materiais genéticos de sorgo (*S. bicolor* (L.) Moench), assim como da folha do sorgo e milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) (Tabela 1), dentre as análises realizadas estão: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e alguns minerais. Essas análises visam quantificar os diferentes macronutrientes presentes em uma determinada amostra, reportando quais materiais genéticos são mais promissores, e posteriormente avaliar quais benefícios cada material pode auxiliar no ajuste da dieta dos animais.

Tabela 1. Cultivares de sorgo do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) do Instituto Agrônomo de Pernambuco.

Cultivares de sorgo		
Identificação (Pedigree original) *	Natureza genética	Aptidão / Utilização
1. SF-25	Variedade	Forageiro / silageiro
2. 02-03-01	Variedade	Forageiro / silageiro
3. 43-70-02	Variedade	Forageiro / silageiro
4. 10-Ca84-B2Ca87-B2SB88-BCa89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro
5. 25-Ca84-B2Ca87-B1SB88-BCa89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro
6. 38-Ca84-B2Ca87-B2SB88-BCa89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro
7. 41-Ca84-BCa87-B1SB88-BCa89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro
8. 41-Ca84-BCa87-B2SB88-BCa89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro
9. 46-Ca84-B2Ca87-B2SB88-BCa89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro
10. 68-Ca84-BCa87-01SB88-01SB89	Progênie avançada	Forageiro / silageiro

11. 10-Ca84-B1Ca87-B1SB88-Ca89 - (IPA SF 11)	Variedade comercial	FORAGEIRO / SILAGEIRO
12. 18-Ca84-B1Ca87-SB88B-Ca89	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
13. 24Ca84-B1Ca87-B2SB88-BCa89	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
14. 25Ca84-B1Ca87-B1SB88-BCa89	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
15. 25Ca84-B2Ca87-B1SB88-BCa89 - (SF 15)	Variedade comercial	FORAGEIRO / SILAGEIRO
16. 41Ca84-BCa87-B1SB88-BCa89	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
17. 52.Ca84-BCa87-B1SB88-BCa89	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
18. 63Ca84-B1Ca87-B2SB88-BCa89 - CSF 18	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
19. 80Ca84-01Ca87-B1SB88-BCa89	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
20. ST87-18; ST88-Ca92-B - CSF 20	Progênie avançada	FORAGEIRO / SILAGEIRO
21. Forrageiro Preto	Variedade local	FORAGEIRO / SILAGEIRO
22. Forrageiro Chocolate	Variedade local	FORAGEIRO LOCAL
23. Forrageiro Tese - 25	Progênie avançada	HERBÁCEO / FENO
24. Forrageiro Tese - 33	Progênie avançada	HERBÁCEO / FENO
25. Forrageiro Vermelho	Variedade local	FORAGEIRO / SILAGEIRO
26. T6 (467-4-2 R1)	Variedade comercial modificada	FORAGEIRO SACARINO / SILAGEIRO
27. T14 (02-03-01 R1)	Variedade comercial modificada	FORAGEIRO / SACARINO SILAGEIRO
28. T34 (Sudan 4202 R1)	Variedade comercial modificada	HERBÁCEO / FENO
29. Sorgo vermelho - Araripina	Variedade local	VARIEDADE LOCAL FORRAGEIRA
30. Ponta Negra - RN	Variedade comercial	VARIEDADE DE DUPLA APTIDÃO
31. SF 15 - AL	Variedade comercial	FORAGEIRO / SILAGEIRO
32. IPA 2502	Variedade comercial	VARIEDADE DE DUPLA APTIDÃO
33. SF Pesqueira	Variedade local	VARIEDADE FORRAGEIRA LOCAL

* - Identificação conforme recomendação do IPA.

Outro ponto que também foi desenvolvido durante o período do ESO, foi a organização e boas práticas de segurança no manuseio do material em laboratório, aprendendo um pouco mais sobre os equipamentos (funções e análises), vidrarias, reagentes (preparação e estoque) e as análises de um modo em geral. Além de participações de reuniões internas da instituição acompanhada do supervisor, sobre a cultura do sorgo e seus potenciais produtivos na produção de alimentos e práticas agrônômicas e zootécnicas.

Os materiais vegetais de sorgo utilizados para as análises durante o ESO, dentre esses

materiais, alguns ainda estão em fase experimental (i.e., não estão disponíveis no mercado para venda) e outros já são genótipos consolidados com elevada aceitação de pesquisadores e produtores rurais, a exemplo as cultivares SF-25 e a IPA 2502, materiais bastante promissores. Dentre os sorgos estudados, na Tabela 1 são apresentados materiais para produção de forragem (feno, silagem), grãos, açúcares (com intuito de produção de álcool para concorrer com a cana-de-açúcar), como também, plantas que apresentam dupla aptidão.

2.3.1 Preparação das amostras

Foram coletadas amostras dos grãos de sorgo, e da folha do sorgo e da cultura do milho, onde foram devidamente identificadas e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 ± 5 °C, por 24 horas para atingir peso constante (Figura 7 e 8). Posteriormente, as amostras foram pesadas e moídas em um moinho de facas do tipo Willey (Figura 9 e 10), com peneira de malha com diâmetro de 1 mm, para em seguida, realizar a determinação matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e minerais. Todos os procedimentos seguiram as metodologias recomendadas por Detmann et al. (2012).



Figura 7. Folha da cultura do sorgo.



Figura 8. Preparação das amostras para pré-secagem em estufa.



Figura 9. Moinho tipo Willey.



Figura 10. Moagem das amostras.

2.3.2. Determinação da Matéria Seca (MS)

Para a determinar a MS, foram pesados 2 g de cada amostra em uma balança analítica (Figura 11). Em seguida, foram colocadas em um cadinho com peso previamente conhecido (pesado e registrado anteriormente), e acondicionados em estufa de 105 °C durante 16 horas (Figura 12), para a secagem completa do material. Após esse período, os cadinhos foram colocados no dessecador para diminuir a temperatura e não reabsorver umidade, e posteriormente foram pesados novamente. Por diferença de peso foi obtido o teor de amostra seca na estufa (ASE), e estimado o teor de MS da amostra pela Equação 1 (SILVA; QUEIROZ, 2002).

$$MS(\%) = \frac{(ASA\%)*(ASE\%)}{100} \quad (1)$$

em que, ASA é a amostra seca ao ar (%), e ASE é a amostra seca em estufa (%)

A análise de matéria seca (MS) é extremamente importante, pois é a base para a obtenção dos teores dos outros componentes nutricionais dos alimentos e para cálculo de dieta dos animais. Portanto, tem que evitar possíveis erros durante a análise, pois estes podem ser

transmitidos para o restante das medições. Apesar dos materiais de sorgo serem cultivares distintas, as mesmas apresentaram MS dos grãos resultados bem similares (Tabela 1).



Figura 11. Balança analítica para pesagem do material.



Figura 12. Amostra na estufa para determinação da matéria seca (MS).

2.3.3. Determinação da Matéria Mineral (MM)

A determinação da matéria mineral ou cinzas ocorreu na sequência da MS, sendo um procedimento semelhante ao da obtenção do teor de matéria seca. Após a pesagem dos cadinhos obtidos da MS, estes foram colocados em uma mufla a uma temperatura de 600 °C, durante um período de 4 horas (Figura 13). Após este tempo, os cadinhos são retirados, colocados no dessecador e posteriormente pesados (Figura 14).



Figura 13. Mufla para secagem dos materiais.



Figura 14. Amostras sendo retiradas da mufla após secagem.

Durante o período que as amostras estão na mufla, ocorre a queima total da matéria orgânica (SILVA; QUEIROZ, 2002), onde apenas as cinzas permanecem no cadinho. De mesmo modo que a MS, a MM é quantificada a partir da diferença de peso. A importância na determinação da MM está ligada a determinação de matéria orgânica (MO), visto que pode

existir composto sem valor nutricional (SILVA; QUEIROZ, 2002).

2.3.4. Determinação do teor de Proteína Bruta (PB)

O método utilizado para determinação do teor de PB é o Kjeldahl, neste ocorre uma digestão ácida, o nitrogênio da amostra é transformado em amônio (NH_4^+), posteriormente separado por destilação e após isso ocorre a titulação onde a determinação da quantidade de amônia contida na solução receptora (SILVA; QUEIROZ, 2002). Assim, para determinação do teor de proteína são necessárias três etapas, sendo estas a digestão, destilação e titulação (DETMANN et al., 2012).

A primeira parte do processo é a digestão, para esse procedimento faz-se necessário o uso de uma solução padrão de ácido Sulfúrico e da mistura digestora (composta por sulfato de sódio ou potássio e $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Para realizar a digestão, pesou em balança analítica 1 g de amostra que foi colocado em tubo de ensaio. Ainda no tubo, foram adicionados 2 g da mistura digestora e 5 mL de ácido sulfúrico P.A. Os tubos então foram colocados em um bloco digestor e aquecidos até atingir a temperatura de 400 °C (Figura 15). Todo o aparato foi colocado em uma capela de exaustão, protegendo o ambiente de gases nocivos. A digestão total ocorre quando o material fica translucido e apresentar uma cor esverdeada.



Figura 15. Capela e bloco digestor.

Após a digestão, é necessário esperar os tubos esfriarem para realizar o processo de destilação, adicionando uma pequena quantidade de água destilada, agitando até a dissolução. O tubo de ensaio é conduzido para aparelho de destilação e adiciona 25 mL de hidróxido de sódio a 50% ao tubo contendo a amostra (Figura 16). Ainda no conjunto digestor, o volume destilado foi para um balão de erlenmeyer contendo a solução receptora (i.e., 20 mL de ácido bórico a 4%), e após atingir 100 mL, o mesmo seguia para a titulação, adicionando uma solução padronizada de HCl 0,1N até que a amostra mudasse da cor verde para rosa.

Através do volume utilizado na titulação, obtemos o percentual de nitrogênio (N). Para obtermos o cálculo do N foi utilizada a Equação 2, conforme descrita abaixo.

$$N(\%) = \frac{(V * FC * N * 0,014)}{PA} * 100 \quad (2)$$

em que, N é o nitrogênio (%); V é o volume do ácido gasto na titulação (mL); Fc é o Fator de correção do ácido; N é a Normalidade; 0,014 é o miliequivalente (g) do N e PA é o Peso da amostra seca (g).

E para calcular a porcentagem de proteína bruta, multiplica o resultado de %N pelo constante de 6,25, pois as proteínas oriundas de alimentos vegetais possuem em sua composição aproximadamente 16% de nitrogênio (SILVA; QUEIROZ, 2002). Sendo a formula:

$$PB(\%) = \%N * F_N \quad (3)$$

em que, PB é o teor de proteína bruta na amostra (%); N é a porcentagem de Nitrogênio e F_N é o fator de conversão de nitrogênio em proteína (6,25).



Figura 16. Destilador do tipo Kjeldahl.

2.3.5. Determinação do Extrato Etéreo (EE)

O teor de EE da amostra foi obtido através do método de Goldfish. Para isto, as amostras foram pesadas (2 g) e envoltas em uma folha de papel filtro, formando um cartucho. Depois, foram pesados recipientes apropriados para a extração de gordura (reboiler). Colocou-se éter nos reboilers, e por fim foram acoplados à máquina extratora. No extrator, os cartuchos e recipientes ficaram dispostos de forma que o éter, após entrar em ebulição e ser condensado, passasse pelo cartucho e escorresse para o recipiente, levando consigo todo o conteúdo de gordura da amostra; a gordura e outros componentes semelhantes são insolúveis em água, porém solúveis em éter (SILVA; QUEIROZ, 2002). O processo de extração durou quatro horas. No final, o teor de extrato etéreo foi obtido a partir da diferença do peso do copo antes e após a extração.

2.3.6. Determinação da Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Para determinação da FDN e FDA foi utilizado o aparelho digestor de fibra (Figura 17 e 18) em saquinhos de extração. Os sacos foram confeccionados de TNT (tecido não tecido), com dimensões 5 x 5 cm, os quais foram mergulhados em acetona P.A., por 10 minutos, secados em estufa a 105 °C (durante 2 horas), após este período foram retirados e colocados no dessecador até esfriar e depois pesados e identificados. Em seguida, foram pesados 0,5 g de amostra em cada saco e selados com seladora para sacos plásticos.



Figura 17. Processo de determinação de fibra.



Figura 18. Imersão do material na solução.

Na determinação do FDN, as amostras foram acondicionadas ao aparelho com adição de 2 L de solução de FDN (a base de Lauril sulfato de sódio; EDTA sal dissodico; tetraborato de sódio hidratado; fosfato ácido de sódio anidro e trietileno glicol; além da alfa amilase – Van Soest, 1963), da mesma forma que para FDA (a base de brometo-cetil-trimetilamônio e ácido sulfúrico – Van Soest, 1967) utilizou 2 L de solução FDA. O aparelho foi ajustado a 98 °C, com o tempo de 80 min para FDN e 70 para FDA. Logo após o período de tempo decorrido de cada análise, a solução (FDN ou FDA) foi drenada e as amostra de cada análise foram lavadas com água destilada aquecida, por 5 minutos cada lavagem. Após esse processo, as amostras foram lavadas com acetona P.A. (duas vezes) e levadas para a estufa à 105 °C por três horas, retiradas e colocadas em dessecador (até esfriar) e pesadas.

Para obtenção do teor de fibra (FDN ou FDA) foi utilizada a Equação 4, conforme descrita abaixo:

$$\text{FDN ou FDA}(\% \text{ na ASA}) = \frac{(P2 - P3) \cdot 100}{P1} \quad (4)$$

em que, P1 é o peso da amostra (g); P2 é o peso do saco + resíduo (g); e P3 é o peso do saco (g).

Após isso, a porcentagem de fibra foi corrida para a MS, segundo a Equação 5 abaixo.

$$\text{FDN ou FDA}(\% \text{ na MS}) = \left(\frac{\%F}{\%ASE} \right) * 100 \quad (5)$$

em que, %F é o percentual de fibra, FDN ou FDA, na ASA; e %ASE é o percentual de amostra seca em estufa.

2.3.7. Determinação dos minerais (P, Na e K)

O método de determinação do fósforo (P) (Figura 19) foi utilizado o método colorimétrico do molibdato-vanadato, que se baseia na comparação da intensidade de cor de soluções de concentração das amostras com a intensidade de cor de soluções padrão (BHARGAVA; RAGHUPATHI, 2005). Vale ressaltar que a intensidade de cor é proporcional a concentração de fósforo, medida por um colorímetro e correlacionadas com soluções padrões de fósforo.



Figura 19. Leituras do comprimento de onda das soluções com auxílio do espectrofotômetro.

Para fazer a análise foram adicionados 1 mL dos padrões de fósforo (0; 25; 50; 75 e 200 mg L⁻¹) em tubos de ensaio, após isso foram acrescentados 5 mL de água deionizada e, 2

mL de reagente (molibdato a 5%, e vanadato de amônia a 0,25%), deixando em repouso por um período de 5 minutos para só depois fazer a leitura em calorímetro com espectrofotômetro UV-VIS a 470 nm. Depois desse processo, foi realizada a leitura das amostras no equipamento.

O sódio (Na^+) e potássio (K^+) foram determinados por fotometria de chama, que é uma técnica de espectroscópica de emissão, na qual a amostra em solução (Figura 20) é introduzida na chama em forma de aerossol, assim, a função da chama é exercitar eletronicamente os constituintes da amostra. O procedimento para essa análise foi zerar e ajustar a fotômetro de chama da leitura e em seguida proceder à leitura das soluções padrões com aparelho ajustando para Na^+ e K^+ (Figura 21 e 22), obtendo assim as leituras referentes as soluções padrões. Depois, faz a leitura do valor referente à Na^+ e K^+ da amostra.

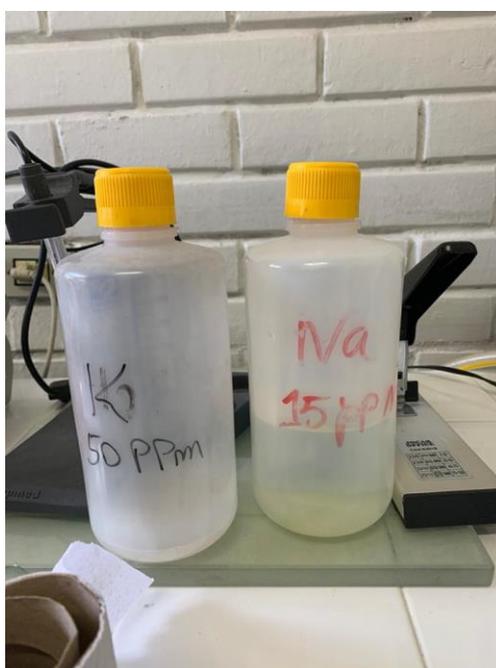


Figura 20. Soluções padrões para sódio (Na^+) e potássio (K^+).



Figura 21. Fotômetro de chama.



Figura 22. Leituras de Na^+ e K^+ com fotômetro de chamas.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentadas as médias obtidas através das análises bromatológicas e mineral dos cultivares de sorgo durante o período do ESO. Vale ressaltar que os Carboidratos não fibrosos (CNF), auxilia no entendimento da disponibilidade de energia do alimento. Além de aumentar a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e reduzem a concentração de

amônia ruminal (auxiliando na capacidade de ruminação), maximizando a eficiência energética e aumentando a produtividade animal. Para o cálculo foi utilizada a equação:

$$\% \text{CNF} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{FDN} + \% \text{MM}) \quad (6)$$

em que, CNF é o carboidrato não fibroso; PB é a porcentagem de proteína bruta; EE é a porcentagem de Extrato Etéreo; FDN é porcentagem de fibra em detergente neutro livre de PB e MM é a porcentagem de minerais.

Tabela 2. Média da composição bromatológica dos grãos de sorgo, folha e milho.

Genótipos [†]	Composição bromatológica (%)							
	MS	PB	MM	MO	EE	FDN	FDA	CNF
1	88,14	15,74	1,85	98,15	2,93	11,23	5,38	68,25
2	87,24	13,24	1,84	98,16	2,87	12,13	5,34	69,92
3	88,94	14,14	1,79	98,21	3,14	12,87	5,97	68,06
4	87,72	16,09	1,86	98,14	2,45	13,13	5,33	66,47
5	88,64	16,18	1,84	98,16	2,62	13,16	5,65	66,20
6	89,84	17,12	1,87	98,13	2,61	13,26	5,68	65,14
7	88,88	9,61	1,68	98,32	2,92	13,80	4,98	71,99
8	88,55	14,03	1,92	98,08	2,98	14,42	4,91	66,65
9	88,01	14,59	1,84	98,16	3,02	13,71	5,48	66,84
10	87,85	15,85	1,81	98,19	3,06	12,99	5,66	66,29
11	88,89	14,10	1,83	98,17	3,09	13,47	4,85	67,51
12	88,24	15,03	1,81	98,19	2,90	13,11	5,47	67,15
13	89,46	11,16	1,79	98,21	2,93	13,05	5,40	71,07
14	88,63	14,76	1,82	98,18	3,13	13,02	5,85	67,27
15	87,71	13,57	1,96	98,04	3,16	14,17	5,37	67,14
16	88,96	14,56	1,76	98,24	2,63	12,96	5,90	68,09
17	89,09	11,86	1,84	98,16	2,62	13,16	5,54	70,52
18	89,01	15,05	1,83	98,17	3,04	13,76	5,07	66,32
19	87,19	12,15	1,91	98,09	3,06	13,90	5,32	68,98
20	87,64	13,01	1,88	98,12	3,13	13,80	4,98	68,18
21	88,23	10,76	1,91	98,09	3,06	13,12	5,34	71,15
22	88,56	13,22	1,76	98,24	3,06	13,05	5,57	68,91
23	88,94	12,35	1,89	98,11	2,93	13,60	5,39	69,23
24	87,13	13,73	1,92	98,08	2,91	13,52	5,28	67,92
25	87,62	15,10	1,93	98,07	3,01	14,39	5,25	65,57
26	88,44	11,81	1,84	98,16	3,01	14,16	5,43	69,18
27	87,30	18,39	1,88	98,12	2,99	13,78	4,96	62,96
28	87,78	14,65	1,81	98,19	3,03	13,53	5,13	66,98
29	88,77	16,51	1,97	98,03	2,97	12,97	5,11	65,58
30	87,78	12,82	1,82	98,18	3,08	11,55	5,90	70,73
31	87,42	11,93	1,80	98,20	3,08	13,55	5,74	69,64
32	88,01	12,38	1,88	98,12	3,06	13,49	5,90	69,19
33	88,25	14,28	1,79	98,21	3,11	13,22	5,88	67,60
Folha de Sorgo	26,76	13,16	6,16	93,84	3,38	59,72	35,68	17,58
Milho	87,09	10,93	1,88	98,12	5,56	12,43	8,56	69,20

MS – Matéria seca; PB – Proteína bruta; MM – Matéria mineral; MO – Matéria orgânica; EE – Extrato etéreo; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido e CNF – Carboidratos não fibrosos.

† – Identificação sequenciada de genótipos referente a Tabela 1.

Tabela 3. Média da composição dos minerais dos grãos de sorgo, folha e milheto.

Genótipos [†]	Minerais (%)		
	Sódio (Na ⁺)	Fósforo (P)	Potássio (K ⁺)
1	0,04	0,37	0,40
2	0,02	0,26	0,29
3	0,02	0,18	0,32
4	0,02	0,20	0,30
5	0,02	0,18	0,32
6	0,01	0,17	0,32
7	0,01	0,22	0,35
8	0,01	0,24	0,28
9	0,04	0,20	0,33
10	0,02	0,08	0,25
11	0,03	0,25	0,26
12	0,03	0,12	0,26
13	0,04	0,09	0,30
14	0,03	0,32	0,31
15	0,03	0,22	0,24
16	0,03	0,16	0,27
17	0,03	0,24	0,24
18	0,03	0,12	0,20
19	0,02	0,06	0,22
20	0,02	0,20	0,28
21	0,03	0,22	0,30
22	0,02	0,11	0,24
23	0,02	0,10	0,29
24	0,03	0,11	0,30
25	0,02	0,24	0,29
26	0,02	0,27	0,28
27	0,03	0,26	0,29
28	0,03	0,15	0,21
29	0,03	0,17	0,28
30	0,03	0,01	0,25
31	0,02	0,01	0,14
32	0,03	0,06	0,24
33	0,03	0,14	0,38
Folha de Sorgo	0,08	0,52	0,48
Milheto	0,94	0,18	0,49

[†] – Identificação sequenciada de genótipos referente a Tabela 1.

3.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), permitiu a complementação de aprendizados teóricos visto em sala de aula, podendo conhecer melhor os procedimentos relacionados as

análises de alimentos, visto que é de extrema importância o conhecimento da qualidade do alimento para a nutrição animal. Da mesma forma, aprimorar todos os conhecimentos procedimentos nos laboratórios de uma instituição como o IPA, me proporcionou vivências práticas, essenciais para a minha formação como profissional, comprovando cada vez mais a importância da Zootecnia para todo e qualquer sistema de produção.

Dentre as cultivares analisadas durante a realização do ESO, a SF-25 e a 2502, foram materiais que apresentaram em geral características bastante promissoras nas análises bromatológicas, sendo materiais bastante promissores para a composição de dieta de ruminante e não ruminantes.

Além disso, tais experiências no IPA proporcionou um olhar crítico para os problemas existentes no setor agropecuário de fornecer informações nutricionais de uma forrageira tão promissora como o sorgo, e aplicar o conhecimento técnico em outros laboratórios que futuramente visitarei após meu período de formação no mercado de trabalho ou em alguma instituição.

4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPIAH-NKANSAH, N. B. et al. A review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis. **Renewable Energy**, v. 143, p. 1121-1132, 2019.
- BARROS, B. G. F. et al. Biological nitrogen fixation in field-grown sorghum under different edaphoclimatic conditions is confirmed by N isotopic signatures. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, p. 1-9, 2020.
- BHARGAVA, B. S.; RAGHUPATHI, H. B. **Methods of Analysis of soils, Plants, Waters, Fertilizers and Organic Manures**. (2edn) edited by TONDON, H. L. S. Fertilizer Development and Consultation organization, New Delhi, p. 87-88, 2005.
- BERETTA, V. et al. Using sorghum dry distillers' grains plus solubles In sorghum-based finishing diets: feed utilization, cattle performance and carcass traits. **Animal Feed Science and Technology**, n. 270, p. 1-36, 2020.
- DETMANN, E. et al. (Eds.). Métodos para análise de alimentos. INCT. Ciência Animal. 1 ed. Visconde do Rio Branco. Suprema. P. 214. 2012.
- JARDIM, A. M. R. F. et al. Multivariate analysis in the morpho-yield evaluation of forage cactus intercropped with sorghum. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(11), p. 756-761, 2020.
- LIU, Z. Q. et al. Coupling phytoremediation of cadmium-contaminated soil with safe crop

- production based on a sorghum farming system. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, p. 123002, 2020.
- OCHIENG, B. A. et al. Effect of low tannin sorghum-based feeds on broiler meat nutritional quality. **Journal of Agriculture and Food Research**, p. 100078, 2020.
- RONDA, V. et al. **Sorghum for animal feed**. In: ARUNA, C.; VISARADA, K.; BHAT, B.; TONAPI, V. (eds) Breeding sorghum for diverse end uses. Woodhead Publishing, Cambridge, pp 229–238, 2019.
- ROSA, A. P. et al. Effect of broiler breeders fed with corn or sorghum and canthaxanthin on lipid peroxidation, fatty acid profile of hatching eggs, and offspring performance. **Poultry Science**, v. 96, n. 3, p. 647-658, 2017.
- SÁNCHEZ-DUARTE, J. I. et al. Meta-analysis of dairy cows fed conventional sorghum or corn silages compared with brown midrib sorghum silage. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 1, p. 419-425, 2019.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa. Editora UFV, p. 235, 2002.
- STEFOSKA-NEEDHAM, A.; TAPSELL, L. Considerations for progressing a mainstream position for sorghum, a potentially sustainable cereal crop, for food product innovation pipelines. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 249-253, 2020.
- XIE, Q.; XU, Z. Sustainable agriculture: from sweet sorghum planting and ensiling to ruminant feeding. **Molecular Plant**, v. 12, n. 5, p. 603-606, 2019.