



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL**

**CLEILDES FERREIRA ARAUJO**

**SILAGENS DE SORGO COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE  
FENO DE CUNHÃ (*Clitoria ternatea* L.) SOB CULTIVO IRRIGADO**

**PETROLINA – PE**

**2018**

**CLEILDES FERREIRA ARAUJO**

**SILAGENS DE SORGO COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE  
FENO DE CUNHÃ (*Clitoria ternatea* L.) SOB CULTIVO IRRIGADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Mário Adriano Ávila  
Queiroz

**PETROLINA – PE**

**2018**

A658s Araújo, Cleildes Ferreira  
Silagens de sorgo com diferentes níveis de inclusão de feno de cunhã (*clitoria ternatea* l.) sob cultivo irrigado / Cleildes Ferreira Araújo. – Petrolina, 2018.

61 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Mário Adriano Ávila Queiroz.

Referências.

1. Forragem - cultivo. 2. Sorgo - silagem. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD633. 174

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

CLEILDES FERREIRA ARAUJO

**Silagens de sorgo com diferentes níveis de inclusão de feno de cunhã  
(*clitoria ternatea* L.) sob cultivo irrigado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 26 de julho de 2018.

**Banca Examinadora**



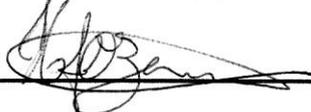
---

DSc. Mário Adriano Avila Queiroz – UNIVASF/ Orientador



---

DSc. Romualdo Shigueo Fukushima – USP/FMVZ, Pirassununga - SP



---

DSc. Higor Fábio Carvalho Bezerra – UNIVASF



---

DSc. Jerônimo Constantino Borel – UNIVASF

**Petrolina – PE**

A minha mãe, Cleonildes Ferreira Araújo, por ter investido e colocado como prioridade a educação na minha vida, por ser responsável pela minha existência e pelo meu modo de ser;

A toda minha família, pelo apoio e conselhos prestados;

A todos, que de certa forma, amam-me, ajudaram-me, apoiaram-me e incentivaram-me;

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que foi meu parceiro na luta, e agora na vitória, por todas as coisas boas que me proporciona, reconheço a sua glória e humildemente lhe agradeço.

A toda minha família, pois todos têm uma contribuição especial na minha formação pessoal, em especial a minha mãe, Cleonildes Ferreira Araujo, por viver esse sonho comigo, meu irmão Ercides Cardoso e tia Jó pela ajuda na condução do experimento.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco e ao programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal pelo espaço e contribuição.

Ao DTCS da Universidade do Estado da Bahia - Campus III, na pessoa do Prof. Dr. Jairton Fraga Araújo, pelo espaço cedido para realização do projeto de pesquisa.

Ao professor Mário Queiroz, pela orientação, incentivo e apoio na realização deste trabalho. Por sua paciência e sua preocupação de pai durante toda essa jornada. Aos ensinamentos dados e a toda confiança depositada.

À banca examinadora pelas sugestões apresentadas.

A disposição e apoio de Augusto Henrique, funcionários do CAA, bem como, aos membros do Laboratório de Exigência e Metabolismo Animal (LEMA), pelo espaço e apoio nas atividades realizadas.

Aos colegas e amigos Bruno Augusto, Pedro Alves, Geraldo Gabriel, Jair Correa, Higor Fábio, José Gledson, pela ajuda, prestatividade, e parceria nos trabalhos de pesquisa.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Produção Vegetal da UNIVASF, Pedro Dias, Iandra Sores, Maria Eugenia Rodrigues, Rosicleia de Carvalho, Emanuel Messias, José Roberval Barros e Ana Paula Torres, essenciais nos momentos de estudo e diversão.

Aos meus amigos de longa data, desde a graduação, Timóteo Nunes, Geisa Lorena Maia e Lucas Oliveira, pelo companheirismo durante toda minha Pós-graduação, demonstrando que é possível ainda crer em amigos verdadeiros.

A todos que de forma direta e indiretamente, contribuíram para a realização e sucesso deste trabalho.

**Muito obrigada!**

Sonhos determinam o que você quer.  
Ação determina o que você conquista.

**Aldo Novak**

Mas os que esperam no Senhor renovarão as forças, subirão com asas como águias; correrão, e não se cansarão; caminharão, e não se fatigarão.

**Isaías 40:31**

## RESUMO

O cultivo de plantas forrageiras no semiárido nordestino em sistema irrigado surge com uma estratégia para produção de forragem, capaz de garantir bons índices de produtividade animal durante todo o ano utilizando a ensilagem. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial produtivo de sorgo sob cultivo irrigado no Vale do submédio do São Francisco, a qualidade de sua silagem com adição de feno de cunhã e a viabilidade econômica do sistema de produção. Foram realizados dois experimentos. O primeiro utilizando um delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos (primeiro corte e rebrota) de sorgo - BRS Ponta Negra em cinco repetições. Em que se avaliaram as características produtivas no primeiro e segundo corte (rebrota) (produção de matéria seca da parte aérea; lâmina foliar e colmo; produção de matéria fresca e seca total por hectare; produção de matéria seca por dia e relação folha/colmo. O segundo utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em parcela subdividida, sendo as parcelas o corte e as subparcelas os níveis de inclusão do feno de cunhã em cinco repetições. As silagens foram confeccionadas em micro-silos com capacidade para 0,02 m<sup>3</sup> (20 litros), abertos aos 75 dias e avaliadas quanto às seguintes variáveis: perda por gases; perda por efluente; perda total de matéria seca; recuperação da matéria seca e a concentrações de ácidos orgânicos (ácido acético, propiônico, láctico e butírico); avaliou-se ainda a composição químico-bromatológica (MS-PB-MM-FDN-FDA-NDT e pH); assim como o custo de produção de silagem de sorgo no primeiro corte e na rebrota. As variáveis resposta foram analisadas por meio do pacote estatístico do SAS a 5% de probabilidade. A inclusão de 30% de feno de cunhã na ensilagem de sorgo proporcionou incremento protéico de aproximadamente 93% independente de ser sorgo de primeiro corte ou rebrota. No geral, os dados de produção foram considerados satisfatórios tanto sob condições de irrigação quanto na inclusão de feno. Foram observados aumento nas respostas de produção na rebrota do sorgo sob condições de cultivo irrigado, apresentando produção média de 63% da produção do primeiro corte. A ensilagem da rebrota do sorgo proporcionou uma economia de aproximadamente 65,8% em relação a ensilagem do primeiro corte. A inclusão do feno de cunhã melhora o perfil fermentativo e reduz as perdas na ensilagem de sorgo

**Palavras-chave:** feno de cunhã, cultivo irrigado, ensilagem de gramíneas associadas, produção de forragem.

## ABSTRACT

Forage cultivation in the Brazilian semi arid Northeastern under irrigation is strategic and may provide good animal performance all year long by usings. This work targeted to evaluate sorghum productively under irrigation in the "Vale do submédio do São Francisco" as well as study its silage added with butterfly pea hay. Economical aspects were also included in this study. Two experiments were conducted. The first one used a completely randomized design in the no time plot subdivision with two sorghum - "BRS Ponta Negra" variety – treatments (first or tillage cuts) and five replicates. The following parameters were measured; aerial part dry matter yield; leaf and stalk dry matter yields; fresh and dry matter production per hectare; dry matter production per day and leaf/stalk ratio. The second trid used a completely randomized design in subdivided plots, the harvest and the subplots the butterfly pea hay inclusion and five replicates. Silages were made into 0,02m<sup>3</sup> (20 l) microsilos. These microsilos were opened at 75 d and silages evaluated: gas loss; effluent loss; total dry matter loss; dry matter and organic acids concentrations (acetic, propionic, butiric and lactic). Silage chemical composition was also measured (dry matter, crude protein, mineral matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, total digestible nutrients and pH). Cast of silage production, first and regrowth cuts, were also determined. Data were analyzed by using the statistical package SAS at 5% probability. Inclusion of 30% of butterfly pea hay in the sorghum raised crude protein by 93% no matter if first or regrowth cuts. Overall, production data were considered satisfactory both under irrigation condition and hay inclusion. Regrowth (tillage) production averaged 63% of the first cut. Regrowth silage savings were around 65,8% of first cut silage cost production. Inclusion of butterfly pea hay improved the silage fermentation characteristics as well as reduced lasses of silages.

**Key-words:** *butterflu pea, irrigated cultivation, ensilage of associated grasses, forage production.*

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

- Figura 1.** Precipitação mensal e umidade média relativa do ar (A); evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e Radiação Global média (B) e Temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (C), durante o período de experimentação..... 24
- Figura 2.** Croqui da área experimental ..... 26
- Quadro 1.** Resultado da análise química do solo da área experimental ..... 23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Quantidade de fertilizantes aplicados a cultura do sorgo.....	26
<b>Tabela 2.</b>	Apreciação econômica do sistema produtivo do sorgo .....	32
<b>Tabela 3.</b>	Apreciação econômica do sistema produtivo da cunhã .....	33
<b>Tabela 4.</b>	Características produtivas do primeiro corte e da rebrota do sorgo sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco.....	34
<b>Tabela 5.</b>	Densidade, perdas por gases, perda por efluente, perda total e recuperação de matéria seca de silagem de sorgo de primeiro corte e rebrota associado com 0-10-20 e 30% de feno de cunhã.	35
<b>Tabela 6.</b>	Composição químico-bromatológica de silagem de sorgo de primeiro corte e rebrota associado com 0-10-20 e 30% de feno de cunhã. ....	36
<b>Tabela 7.</b>	Perfil de ácidos orgânicos de silagens de sorgo de primeiro corte e rebrota associado com 0-10-20 e 30% de feno de cunhã. ....	37
<b>Tabela 8.</b>	Custo de implantação (1 ha), e da rebrota de cultivo de sorgo BRS Ponta Negra em sistema irrigado e sua ensilagem em sacos plásticos de 35 kg.....	38
<b>Tabela 9.</b>	Custo de implantação (1 ha), e da rebrota de cultivo de cunhã em sistema irrigado e sua posterior fenação. ....	38
<b>Tabela 10.</b>	Custo de produção em (reais) de kg silagem de sorgo exclusiva ou associada com 10,20 e 30% de feno de cunha no primeiro corte e na rebrota do sorgo feita em sacos de 35 kg em Petrolina-PE. .	39
<b>Tabela 11.</b>	Taxas de depreciação dos sistemas de irrigação.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% – Porcentagem

< – Menor que

> – Maior que

BALs – Bactérias produtoras de ácido láctico

cv – Cultivar

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

EPM – Erro padrão da média

ETo – Evapotranspiração de referência

FDA – Fibra insolúvel em detergente ácido

FDN – Fibra insolúvel em detergente neutro

g – Grama

g/unid.área – Grama por unidade de área

K – Potássio

kg – Quilograma

kg/ha – Quilograma por hectare

kg/ha/dia – Quilograma por hectare dia

kg/t de MV – Quilograma por tonelada de matéria verde

kPa – Unidade de pressão Kilopascal

lts – Litros

lts/kg – Litros por quilograma

m – Metro

m<sup>2</sup> – Metro quadrado

m<sup>3</sup> – Metro cúbico

MM – Matéria mineral

mm – Milímetro

mm/dia – Milímetro por dia

MS – Matéria seca

MV/m<sup>-3</sup> – Massa verde por metro cúbico

N – Nitrogênio

NDT – Nutrientes digestíveis totais

°C – Graus Celsius

P – Fósforo

PB – Proteína bruta

pH – Potencial hidrogeniônico

pH-metro – Potenciômetro digital

PMF – Produção de matéria fresca

PMFT/ha – Produção de matéria fresca por hectare

PMS – Produção de matéria seca

PMS/dia – Produção de matéria seca por dia

PMS-C – Produção de matéria seca do colmo

PMS-C/Plt – Produção de matéria seca do colmo por planta

PMS-LF – Produção de matéria seca da lâmina foliar

PMS-LF/Plt – Produção de matéria seca da lâmina foliar por planta

PMS-PA – Produção de matéria seca da parte aérea

PMST/ha - Produção de matéria seca total por hectare

R<sub>L</sub>-F/C – Relação folha colmo

t – Tonelada

t/ha – Tonelada por hectare

Vol. água prod. MF – Volume de água na produção de matéria fresca

Vol. água prod. MS – Volume de água na produção de matéria seca

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>16</b>
<b>3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
4.1. Produção e conservação do sorgo .....	17
4.2. Valor Nutritivo e Dinâmica Fermentativa de Silagens mistas.....	19
4.3. Avaliação econômica de produção de forragem irrigada e de sistema de terminação de ovinos .....	21
<b>5. HIPÓTESE CIENTIFICA .....</b>	<b>22</b>
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
6.1. Características e localização da área experimental.....	23
6.2. Área e delineamento experimental .....	25
6.3. Colheita e avaliação de dados.....	27
6.3.1 Colheita da sorgo .....	27
6.3.2 Avaliação das características produtivas do sorgo .....	27
6.3.3 Produção e colheita da cunhã .....	27
6.3.4 Elaboração das silagens .....	28
6.3.5 Abertura dos silos .....	29
6.4. Análise econômica .....	31
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
7.1 Características produtivas do sorgo sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco.....	34
7.2 Perdas fermentativas .....	34
7.3 Composição químico-bromatológica das silagens.....	35
7.4 Concentrações dos ácidos orgânicos .....	37
7.5 Análise econômica.....	38

<b>8. DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
8.1 Características produtivas do primeiro corte e da rebrota do sorgo sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco.....	39
8.2 Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de sorgo com inclusão diferentes níveis de feno de cunhã.....	41
8.2 Viabilidade econômica da produção de silagem de sorgo no primeiro corte e na rebrota.....	45
<b>9. CONCLUSÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O semiárido Brasileiro passa por longos períodos de escassez de chuvas e distribuição pluviométrica irregular, e essa sazonalidade impõe severas restrições à produção de forragem de qualidade e em quantidade ao longo do ano, ocorrendo marcante estacionalidade anual de produção de forragem, ocasionando um baixo desempenho zootécnico dos rebanhos nordestinos (PERAZZO, 2013).

Neste sentido, o cultivo de plantas forrageiras de alta produção e de curto ciclo em sistema irrigado, surge com uma estratégia a ser utilizada pelos produtores do semiárido para produção de forragem de boa qualidade, capaz de garantir bons índices de produtividade animal durante todo o ano utilizando a ensilagem.

O sorgo forrageiro tem sido uma das plantas mais indicadas para produção de silagem, por apresentar alto rendimento de massa seca por unidade de área (30% a 35%), alta concentração de carboidratos solúveis (acima de 15%), essenciais para uma adequada fermentação láctica, além de facilidade de semeadura, manejo, colheita e armazenamento (QUINTINO et al., 2016).

Por outro lado, o baixo teor de proteína bruta, fósforo e cálcio nas silagens produzidas apenas com gramíneas, constituem limitantes ao consumo, a digestibilidade e ganho de peso pelos animais, tornando-se necessária a suplementação.

Uma alternativa à suplementação é utilização de silagens compostas pela combinação de leguminosas e gramíneas. A adoção dessa técnica pode aumentar o nível de proteína bruta, melhorar a qualidade da massa ensilada, quando comparadas à silagens de um único volumoso. Igualmente, a inclusão de aditivos absorventes da umidade pode proporcionar uma maior qualidade no perfil fermentativo do material ensilado.

O feno da cunhã apresenta-se como uma alternativa interessante para diminuir as perdas por efluente, bem como aumentar o teor protéico, além de facilitar a acomodação e compactação do material ensilado, diminuindo a necessidade de suplementação.

Neste sentido, apesar do emprego de leguminosas na forma de silagem ainda ser muito restrito e pouco explorado, a utilização de forrageiras

leguminosas em combinação com gramíneas pode ser uma forma viável de se melhorar a qualidade nutricional e o custo de produção de volumosos.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a produção, a qualidade nutricional e o custo de produção de silagem de sorgo com inclusão de diferentes proporções de feno de cunhã, sob cultivo irrigado no semiárido nordestino.

## **3. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Avaliar o potencial produtivo do primeiro corte e da rebrota de sorgo BRS Ponta Negra sob cultivo irrigado no Vale do Submédio do São Francisco;
2. Verificar o incremento protéico e energético de níveis crescentes de feno de cunhã na ensilagem de sorgo no primeiro corte e na rebrota;
3. Analisar as características fermentativas por meio das perdas por gases, por efluente, perdas totais, recuperação da matéria seca, densidade e o perfil de ácidos orgânicos de silagem de primeiro corte e rebrota do sorgo associado com 10-20 e 30% de feno de cunhã;
4. Determinar os custos de produção de se ensilar rebrota do sorgo;

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Produção e conservação do sorgo**

A planta do sorgo é conhecida por apresentar alta tolerância à escassez de água e grande produção de biomassa para diversos usos, que incluem o uso de grãos para ração animal ou mudas de plantas ou brotos para animais em pastejo. Estes fatores permitiram a expansão das culturas de sorgo pelo Brasil, principalmente em regiões com baixa pluviosidade e condições climáticas menos favoráveis ao cultivo do milho (PARRELLA et al., 2014; Tolck et al., 2013).

O sorgo atualmente é considerado o quinto cereal mais importante do mundo, em termos de produção e área cultivada, atrás apenas pelo trigo, arroz,

milho e cevada (GOBETTI et al., 2013). Os maiores produtores são a África e a Ásia que respondem por 90% da área plantada no mundo, destacando-se a Nigéria e o Sudão, no continente africano e a China e Índia no asiático. O Brasil é o nono maior produtor e consumidor da cultura, inserida muito provavelmente através de escravos vindos da África, e o Nordeste pode ter sido uma das portas de entrada (RIBAS 2014).

A produção de sorgo no Brasil tem aumentado tanto pela expansão de sua área de cultivo, quanto pelo acréscimo de produtividade. Na safra de 2017/2018 estimou-se uma área plantada de 652,8 mil hectares, crescimento de 3,8% em relação à safra anterior. Os estados com maior área plantada são Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, respectivamente, além de apresentarem as maiores produção, com aumento produtivo em relação à safra anterior de 14,47, 6,08 e 11,42%, respectivamente (CONAB 2018).

Agronomicamente, os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero, sacarino, vassoura e forrageiro (RIBAS, 2008; IPA, 2012). O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo, altura de plantas até 170 cm, adaptadas à colheita mecânica. Nesse tipo de sorgo o foco principal é o grão. Todavia, após a colheita, como o resto da planta ainda se encontra verde, pode ser usada também como feno ou pastejo. O segundo grupo inclui tipos de porte alto, altura de planta superior a dois metros, muitas folhas, panículas abertas, com poucas sementes, excelente produção de forragem, apropriados para silagem e/ou produção de açúcar e álcool. Existe sorgo forrageiro que possui colmo doce. No caso de colmo suculento e doce poder ser chamado de sacarino. O terceiro grupo inclui tipos cujas panículas são utilizadas para confecção de vassouras.

Algumas cultivares existentes no mercado possui diferenças quanto a seu rendimento de grãos, ciclo vegetativo e altura de plantas (BORGHI et. al., 2013).Oliveira (2010) trabalhando com o sorgo forrageiro BRS 601, obteve para produção de matéria fresca, valores de 82,00 t/ha, igualmente a Lima et al. (2012), porém, com a cultivar BRS Ponta Negra em sistema irrigado.

É uma planta do tipo C4 com altas taxas fotossintéticas e vem ganhando papel de destaque, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde a cultura se sobressai por sua maior resistência ao estresse hídrico e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais (MAGALHÃES et al., 2012), porém não significa que a mesma consuma menos nutrientes ou que

não seja responsiva a adubação mineral suplementar (VON PINHO et al., 2014). Possui sistema radicular fibroso e bem desenvolvido, o que permite obtenção de água nas camadas mais profundas do solo e eficiente utilização de nutrientes, podendo ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (BOTELHO 2010). Segundo Lopes et al. (2010), a massa de raiz seminal do milho e do sorgo são similares, entretanto a massa das raízes secundárias do sorgo é, no mínimo, o dobro da massa das raízes secundárias do milho. Além disso, após a colheita, seu sistema radicular mantém-se preservado, assim a planta é capaz de rebrotar e produzir até 60% da matéria seca do primeiro corte (PINEDO et al.2012).

Essa cultura é, portanto, uma ferramenta muito útil para o planejamento de investimentos em irrigação, em sistemas intensivos de produção animal (carne ou leite) ou de forragem, potencializando o seu uso como estratégia alimentar pela qualidade das silagens produzidas (BUSO et al., 2011), equilibrando a oferta de volumoso ao longo do ano no semiárido brasileiro, fator determinante no nível de produtividade.

Desta forma a conservação dessa forrageira surge como alternativa natural para a manutenção da oferta de alimento de alta qualidade, reduzindo gastos com a utilização de concentrados e otimizando a eficiência produtiva das propriedades, promovendo maximização do uso da terra e melhoria na rentabilidade do sistema produtivo, além de garantir o atendimento do requerimento animal durante todo o ano utilizando a ensilagem (SILVA et al. 2011; PINEDO, 2012).

Segundo Lima Junior et al. (2013) para produção de silagens plantas forrageiras cultivadas no semiárido devem apresentar teores médios entre 30-35% matéria seca, elevada quantidade de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão. Assim, as características nutricionais e agronômicas de qualidade apresentadas pelo sorgo o tornam uma boa opção de utilização. Oliveira et al. (2018) e Costa et al. (2016) relatam que o sorgo apresenta quantidades de matéria seca e carboidratos fermentáveis adequadas assim como poder tampão reduzido.

Entretanto, a silagem de sorgo, pode constituir-se numa silagem de baixo valor nutritivo principalmente em proteína bruta (PINTO et al., 2012). Uma alternativa para melhorar o valor nutritivo da silagem, é a inclusão de forrageiras com elevados teores de proteína. Dentre elas, a cunhã (*Clitoria*

*ternatea* L.), uma leguminosa tropical, com alta aceitabilidade, boa composição nutricional e produção elevada de forragem com altos teores de proteína, de 15 a 32% (SOUZA et al. 2017), além de elevada produção de matéria seca, que no semiárido pode variar de 5.000 a 15.000 kg/hectare/ano e boa digestibilidade, os relatos numéricos da literatura oscilam entre 60 e 75% (GOMEZ et. al., 2003).

Essa leguminosa tem crescimento vigoroso, semi arbustiva, e apresenta um sistema radicular profundo, caules finos, com elevada massa foliar e excelente adaptação às condições ecológicas do semiárido brasileiro (AVALOS et. al., 2004). Segundo Barros et al. (2004), esta planta é capaz de tolerar regimes pluviométricos de apenas 380 mm/ano, devido ao seu sistema radicular, tornando-a apta às condições climáticas da região semiárida nordestina.

Do ponto de vista forrageiro, sua utilização pode ser em forma de pastagem, banco de proteína ou legumineira (corte), sendo esta última disponibilizada aos animais na forma *in natura*, pré-murchada ou na forma de feno (AVALOS et al., 2004). Ainda há poucos estudos sobre a utilização desta cultura para produção de silagem, sendo a maioria direcionada à utilização desta na forma fenada e utilizada na ensilagem com intuito de melhorar o teor de matéria seca e de proteína bruta da forragem conservada. Assim, por meio da associação das duas espécies é possível melhorar o valor nutritivo do material ensilado, o que pode gerar redução no custo final da alimentação animal pela menor necessidade de fonte protéica advinda de um suplemento de alto custo (STELLA et al., 2016).

Em sistema de criação animal, a lucratividade depende da produção de volumosos com baixo custo e de qualidade. Isso vem sendo feito com adubação, manejo de pastagens (PEREIRA et al., 2011) e melhorias nas técnicas de ensilagem (BERNARDES et al., 2012).

#### **4.2 Valor Nutritivo e Dinâmica Fermentativa de Silagens mistas**

A ensilagem é um processo de fermentação anaeróbia da massa verde, volumosa e úmida armazenados em silos, que tem por objetivo manter a qualidade e o valor nutricional da forragem fresca por períodos prolongados de tempo (MORAES et al., 2013). Nesse aspecto, a produção de silagem de alta

qualidade torna-se uma alternativa viável à manutenção dos sistemas de forrageamento na região semiárida, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhora dos índices zootécnicos dos rebanhos (MACHADO et al., 2014).

Gramíneas tropicais tem grande capacidade produtiva (PARIZ et al., 2011) mas a produção de silagem com estas forrageiras tropicais apresenta certas limitações, como os elevados teores de umidade e baixo teor de carboidratos solúveis que imprime a elevadas perdas provenientes da conversão secundária da matéria seca residual em ácidos orgânicos não desejáveis, nitrogênio não protéico em excesso, amins e gases (EVANGELISTA et al., 2004; ZANINE et al., 2006). Todavia estas situações podem ser superadas pelo uso de técnicas como a mistura de produtos mais protéicos à massa ensilada, ou pela retirada parcial da água da planta mediante emurchecimento ou inclusão de farelos (RIGUEIRA et al., 2015).

Mota et al. (2012) avaliando o efeito da adição de farelo de mandioca, torta de babaçu, e vagens de faveira de bolota, na ensilagem de capim-elefante obteve aumento nos teores de MS à medida que se adicionou os níveis (0,10,20 e 30%) dos farelos, assim como redução nas perdas por efluentes e melhora nas características de fermentação da massa ensilada.

A utilização de leguminosas para a produção de silagem e uma prática ainda pouco explorada. As silagens exclusivas desse grupo de plantas têm má qualidade, em virtude de o alto poder tampão e do baixo teor de carboidratos solúveis. No entanto a sua utilização misturada às gramíneas melhora a qualidade da massa ensilada e aumenta o teor de proteína, quando comparada a silagens constituídas apenas com gramíneas (ARCANJO et al., 2016).

Carvalho et al. (2016) observaram que a adição de 30% de forragem de amendoim forrageiro contribuiu para melhorar os parâmetros fermentativos da silagem de milho e sorgo e aumentou, significativamente, os teores de PB. Pinedo et al. (2012) trabalhando com silagem de sorgo granífero com adição de níveis crescentes de forragem de guandu, constataram que a inclusão da leguminosa, proporcionou aumento no conteúdo de PB e reduziu os teores de FDN, implicando em melhor valor nutritivo das silagens, podendo ser recomendada a adição de até 50% de guandu na ensilagem.

A associação de diferentes plantas forrageiras mostra ser alternativa valiosa no processo de conservação e enriquecimento de forragens, sendo a última fator favorável na recuperação de nutrientes nesse processo.

Ferreira et al. (2017) avaliando os efeitos da adição de fubá e planta inteira de soja sobre a qualidade bromatológica da silagem de capim-elefante, constataram variações nos valores de pH, bem como aumento da MS das silagens. Segundo os mesmos autores, a adição simultânea da planta inteira de soja e fubá na ensilagem do capim-elefante produz silagens com parâmetros indicativos de melhor valor nutritivo.

Rêgo et al. (2011) estudaram a inclusão da vagem de algaroba triturada à forragem de capim-elefante para ensilagem e, evidenciaram melhoras significativas na degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, mas alertaram para redução desses parâmetros com avanço da idade após rebrota do capim.

Conforme Murta et al. (2011), a causa da redução do custo de produção em produtos de origem animal é a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis, buscando alternativas de fontes alimentares de menor custo. Dessa forma, a escolha do volumoso na alimentação de ovinos criados no semiárido pode se basear na avaliação econômica.

### **4.3 Avaliação econômica de produção de forragem irrigada e confecção de silagem**

Em condições semiáridas, os sistemas de produção animal caracterizam-se pela dependência quase que exclusiva de pastagens, principalmente compostas de gramíneas tropicais. Entretanto, a terminação de ovinos, exclusivamente a pasto, praticada na maioria das propriedades dessa região, tem se mostrado ineficaz, pois este processo está submetido à irregularidade na disponibilidade de forragem, tendo como consequência o predomínio de baixos índices zootécnicos, abates tardios, qualidade de carne incompatível com a demanda e irregularidade na oferta de produtos cárneos (PEREIRA et al., 2013).

A terminação de ovinos em confinamento é uma alternativa capaz de contornar essas limitações de produção nessa região. Esse sistema de criação é uma das tecnologias que permite aumentar a oferta de cordeiros para abate,

a produtividade e a rentabilidade, garantindo o fornecimento de carne ovina com características desejáveis, durante todo o ano (CUTRIN et al., 2012). Contudo, para isso é preciso que o produtor tenha alimentos disponíveis, normalmente cultivados e armazenados para serem fornecidos aos animais no período seco. Nesse sentido o uso de silagem pode contribuir para elevar a produtividade animal e a rentabilidade dos sistemas produtivos (GOIS et al., 2017).

Silva et al. (2014) utilizando silagem de sorgo granífero na alimentação de ovinos observaram valores de ganho médio diário de peso de 150,70 g/dia em comparação a silagem do milho. Alves et al., (2012), trabalhando com ovinos consumindo a dieta a base se silagem de sorgo sem tanino apresentaram maior ganho médio diário e total (153,72 g e 8,61 kg).

O planejamento alimentar é o método imprescindível para intensificar qualquer sistema pecuário de produção animal, cujo intuito seja equilibrar a quantidade de alimento fornecido e consumido pelos animais de modo sustentável. Conforme Rozanski (2015), as despesas com a alimentação constituem um dos principais componentes que afetam o custo variável de produção, podendo em alguns casos, inviabilizar a produção.

Ziguer et al. (2011), afirmam que é importante ter o conhecimento dos custos da alimentação, principalmente em sistema de confinamento em que correspondem de forma expressiva nos custos totais. Portanto as estimativas dos custos de produção e o estudo da viabilidade econômica para tornar possível a terminação de ovinos em regime de confinamento são fundamentais, sendo capaz de determinar a permanência ou a extinção da atividade (BERNARDES, 2017).

## **5. HIPÓTESE CIENTÍFICA**

Silagem de sorgo em associação com feno de cunhã proporciona incremento no teor de matéria seca e de proteína bruta, reduzindo concomitantemente perdas no processo fermentativo e melhora no valor nutritivo da silagem. Rebrotas de sorgo ensilado possui composição química semelhante ao primeiro corte e menor custo de produção em relação ao primeiro corte.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1. Características e localização da área experimental

O experimento de produção de forragens foi realizado no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade do Estado da Bahia, Campus III, em Juazeiro – BA, localizado no Vale do submédio São Francisco, no período de dezembro de 2016 a março de 2017.

A região do submédio do São Francisco faz parte da bacia hidrográfica do Rio São Francisco e está inserida no território semiárido nordestino, a oeste do estado de Pernambuco e ao norte do estado da Bahia, com uma área de 155.637 Km<sup>2</sup>, abrangendo 17% da bacia do São Francisco (CBHSF, 2018).

A região é caracterizada pelo clima semiárido do tipo BSw<sup>h</sup>, segundo a classificação de Köppen-Geiger (1936), com temperaturas médias anuais de 26,03 °C, umidade relativa do ar de 61%, precipitação anual de 529 mm, evaporação tanque Classe A de 3.015 mm e insolação anual de 7,95 horas/dia (TEIXEIRA, 2010).

Nessa região, o período chuvoso concentra-se entre nos meses de novembro a abril, com 90% do total anual de precipitações. Na Figura 1 (A, B e C) estão apresentados os dados climáticos obtidos pela estação meteorológica do DTCS durante o período de experimentação.

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico Psamíticos (RUq), de textura franco argilo-arenosa, segundo a classificação textural de Lemos e Santos (1996), sem necessidade de correção, de acordo com a análise de solo realizada no Laboratório de Análise de Solo e Planta (LASP), da Embrapa Semiárido (Quadro 1).

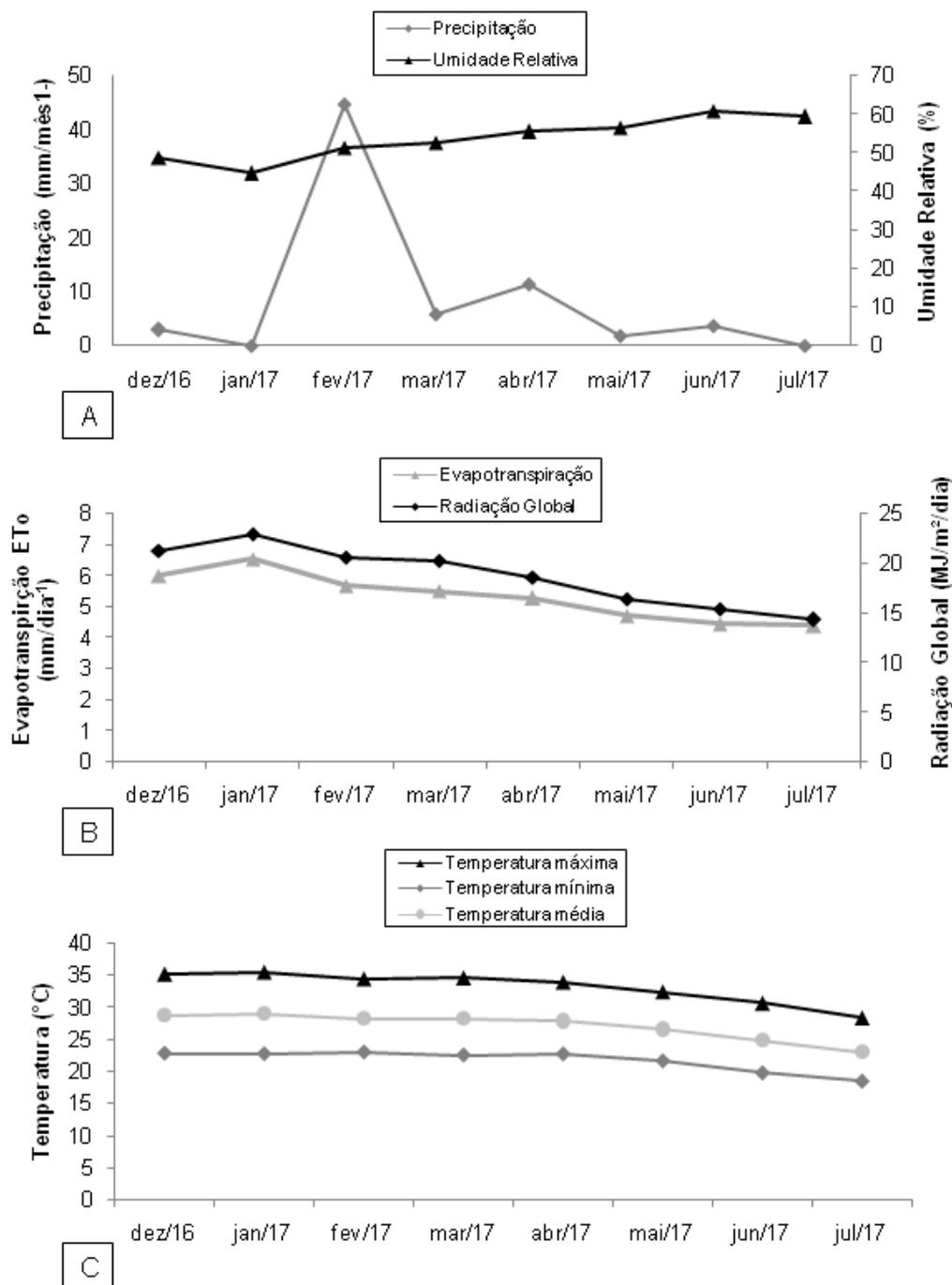
**Quadro 1.** Resultado da análise química do solo da área experimental.

Identificação da Amostra		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>								%
Nº	Referente	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	S(bases)	H+Al	T	Al <sup>3+</sup>	V
8748	Área 03 / 0 - 20 cm	0,45	2,6	0,9	0,06	4,01	1,28	5,29	0	76

Extratores: \* P, K e Na → Mehlich (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) \* Ca, Mg e Al → KCl 1M Cálculos: S<sub>b</sub> = Ca+Mg+Na+K T = S<sub>b</sub>+(H+Al) V% = (S/T)x100

Ext. C.E./25°C	Sat. dS/m	g/kg Mat. org.	g/kg C	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2,5	mg/dm <sup>3</sup> P	SAT Ca <sup>2+</sup> (%)	SAT Mg <sup>2+</sup> (%)	SAT Na <sup>+</sup> (%)	SAT K <sup>+</sup> (%)
0,43		4,6	2,6	6,7	46	49,1	17	1,1	8,5

\*Fonte de fertilizantes: N (uréia); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (MAP); K<sub>2</sub>O (Sulfato de potássio); Mg (Sulfato de magnésio); Zn (Sulfato de zinco)

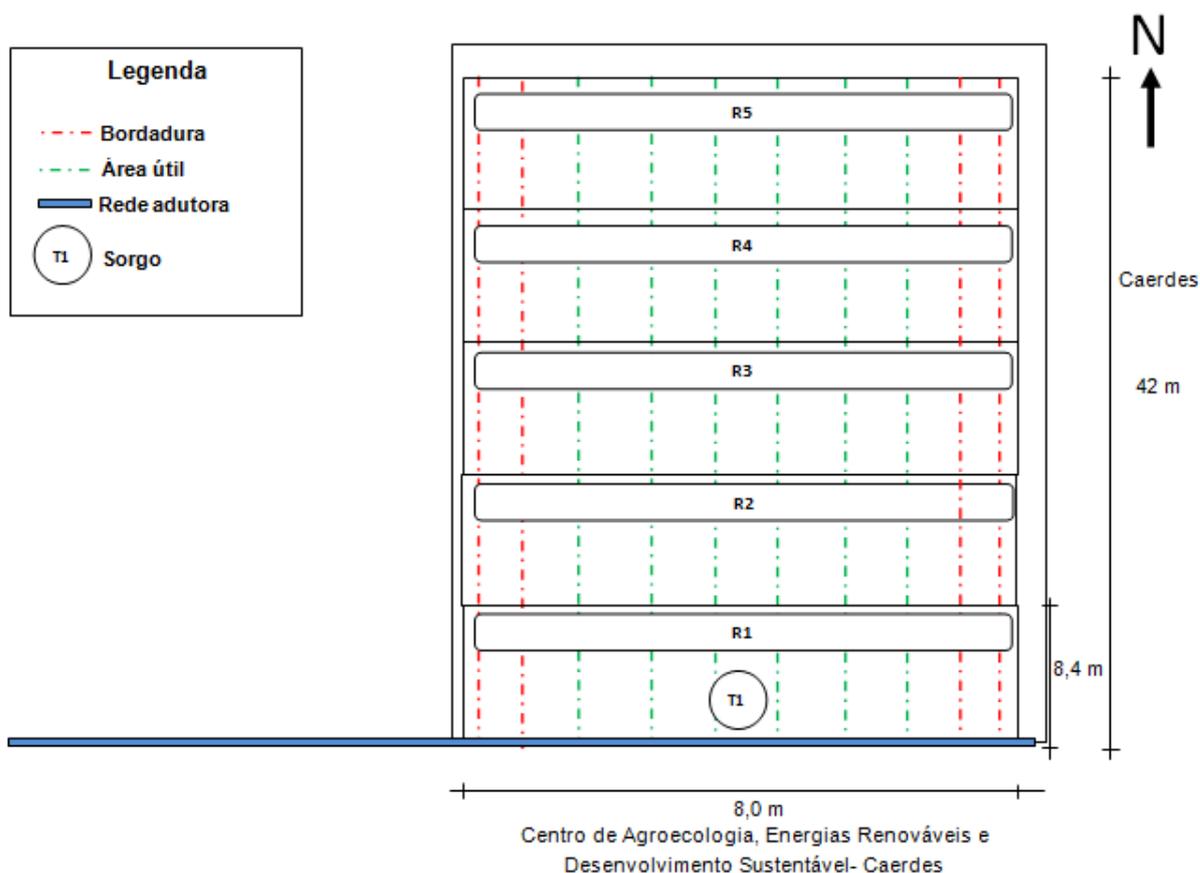


**Figura 1.** Precipitação mensal e umidade média relativa do ar (A); evapotranspiração de referência (ETo) e Radiação Global média (B) e Temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (C), durante o período de experimentação.

## 6.2 Área e delineamento experimental

A área experimental utilizada para cultivo do sorgo - BRS Ponta Negra correspondeu a 336m<sup>2</sup> (8 m x 42 m) (Figura 2), sendo 10 linhas de cultivo de 42 m espaçadas a 0,80 m, da qual foi utilizada uma área útil de 256 m<sup>2</sup> (6,4 m x 40 m) dividida em cinco parcelas de 51,2 m<sup>2</sup> (6,4 m x 8 m).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas o corte (primeiro e rebrota) e as subparcelas os níveis de inclusão do feno de cunhã (0-10-20 e 30%) em cinco repetições. As variáveis resposta foram submetidas ao teste Shapiro-Wilk para verificar a distribuição normal dos resíduos e homogeneidade das variâncias utilizando o procedimento UNIVARIATE. A análise de variância foi realizada pelo procedimento GLM por meio de contrastes ortogonais (linear e quadrático) quando os tratamentos foram quantitativos (níveis de feno de cunhã na silagem). Os resultados foram expressos como média ± erro padrão da média e as diferenças foram consideradas significativas quando  $P < 0,05$ . Uma vez significativo foram obtidas equações de regressão por meio do procedimento REG. De forma comparativa entre o primeiro corte e a rebrota do sorgo e os níveis de inclusão do feno de cunhã. Adotou-se um esquema em parcela subdividida no tempo utilizando o procedimento MIXED em que as parcelas eram os cortes e as subparcelas os níveis (0-10-20 e 30% de feno de cunhã). Todos os testes foram utilizados o pacote estatístico do SAS 9.0.



**Figura 2.** Croqui da área experimental

As plantas foram cultivadas em sistema adensado (0,80 m x 0,10) e irrigadas diariamente por sistema de gotejamento, variando de acordo com o desenvolvimento e a necessidade da forrageira, objetivando dessa forma, manter o solo próximo à capacidade de campo (10kPa).

As adubações foram realizadas via fertirrigação, de acordo com as recomendações de adubação para a cultura do sorgo (Tabela 1). Foram feitas três adubações, sendo a primeira realizada após 9 dias da adubação de fundação, a segunda após 15 dias e a terceira após 10 dias, segundo recomendação de adubação da Embrapa Milho e Sorgo (2015).

**Tabela 1.** Quantidade de fertilizantes aplicados a cultura do sorgo.

Cultura	Elementos (kg ha <sup>-1</sup> )				
	N*	P	K	Mg	Zn
Sorgo BRS - Ponta Negra	95,18	50,83	103,57	12,86	4,00

## **6.3 Colheita e avaliação de dados**

### **6.3.1 Colheita do sorgo**

Como fator determinante da colheita, utilizou-se o teor de matéria seca (MS) da forrageira, visando mantê-lo próximo a 30%, valor considerado ideal para obtenção de uma silagem de boa qualidade (DEMINICIS et al., 2009). Dessa forma, a cultura do sorgo foi colhida em diferentes idades: aos 111 dias fez-se o primeiro corte, e aos 50 dias realizou-se corte da rebrota.

No intuito de manter o equilíbrio entre o maior aproveitamento de biomassa e a potencial rebrota das espécies, definiu-se como altura de corte ideal, 20 cm para cada planta.

O material colhido foi levado ao Laboratório de Exigência e Metabolismo Animal (LEMA), da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), onde posteriormente foram ensilados.

### **6.3.2 Avaliação das características produtivas**

Com o objetivo de avaliar as características produtivas do sorgo, no momento da colheita, coletaram-se cinco amostras da parte aérea das plantas em áreas de 0,48 m<sup>2</sup> (0,80 m x 0,60 m) distribuídas nas cinco parcelas de cada cultivo e, posteriormente, o material colhido foi fracionado (folhas, caules, matéria morta e panículas), e determinado o teor de matéria seca (MS) segundo AOAC (2005).

A espécie foi avaliada quanto às seguintes características: produção de matéria seca da parte aérea (PMS-PA); lâmina foliar (PMS-LF) e colmo (PMS-C); produção de matéria seca da lâmina foliar (PMS-LF/Plt) e do colmo (PMS-C/Plt) por planta; produção de matéria seca (PMST/ha) total por hectare; produção de matéria seca por dia (PMS/dia) e relação folha/colmo (R<sub>L</sub>-F/C).

### **6.3.3 Produção e colheita da cunhã**

A cunhã utilizada no processo de ensilagem correspondeu à forragem produzida do primeiro ao terceiro corte cultivada em uma área já estabelecida, no Campus III da UNEB em Juazeiro-BA, onde repetiu-se o plantio numa gleba

de 600 m<sup>2</sup> (10 m x 60 m) com espaçamento de 1 m x 0,20 m, irrigada pelo método de gotejamento e adubada com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na dosagem de 641 kg.ha<sup>-1</sup>.

As plantas foram cortadas manualmente aos 90 dias o primeiro corte, e 45 dias para os demais cortes, postas para secar sobre uma lona plástica a pleno sol por 48 horas, em seguida foram trituradas em pequenas frações de folhas, caules e vagens por meio de uma picadeira-forrageira estacionária marca/modelo: NOGUEIRA PN PLUS 2000 com tamanhos de partículas entre 5 – 10 mm.

Devido à facilidade de desprendimento das folhas e vagens desta leguminosa em função do manuseio da forragem seca no processo de fenação, fez-se necessário a quantificação das perdas mecânicas de matéria seca. Para isso, foram coletadas cinco amostras, contendo três plantas cada, distribuídas aleatoriamente na área, e postas para secar sobre uma lona plástica. Posteriormente as amostras foram recolhidas de modo a formar um rolo compacto. O material desprendido das plantas foi recolhido, separado (caule, folha e vagem) e, quantificado os seguintes valores: perda total: 11,8 %; perda de caule: 2,88 %; perda de folhas: 5,33 % e perdas de vagens: 3,59%.

#### **6.3.4 Elaboração das silagens**

A forragem produzida foi levada ao Laboratório de Exigência e Metabolismo Animal (LEMA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Campus Ciências Agrárias em Petrolina – PE, em que foi realizado novo experimento visando avaliar a dinâmica fermentativa e a qualidade da silagem desses volumosos.

Para isso, as plantas de sorgo foram trituradas com auxílio de uma colhedora de forragem marca/modelo: NOGUEIRA PECUS 9004 com tamanhos de partículas entre 10 – 25 mm, e, com intuito de melhorar a qualidade das silagens, adicionou-se níveis crescentes de feno de cunha, na proporção de 0%, 10%, 20% e 30%. Posteriormente, o material foi homogeneizado manualmente e ensilado.

As silagens foram confeccionadas em micro-silos com capacidade para 0,02 m<sup>3</sup> (20 litros), construídos a partir de baldes plásticos contendo adaptações para quantificação das perdas oriundas do processo fermentativo.

Para tanto, foi instalada na tampa de cada balde, uma válvula do tipo Bunsen para quantificação gravimétrica dos gases e adicionada ao fundo de cada balde uma camada de areia média (2 kg) coberta por uma tela plástica fina e uma camada de tecido de algodão, para coleta e medida quantitativa do efluente produzido.

Após a compactação e vedação, os silos foram pesados, para mensuração dos valores de densidade e, posteriormente, quantificação das perdas e, em seguida armazenados por um período de 75 dias.

### 6.3.5 Abertura dos silos

Após o período de armazenamento, os silos foram pesados e abertos para avaliação das seguintes variáveis: perda por gases; perda por efluente; perda total de matéria seca e recuperação da matéria seca.

A perda por efluente (PE) foi determinada por meio da pesagem do conjunto vazio (silo, tampa, areia, tela e tecido de algodão) antes e depois da ensilagem, conforme equação proposta por Schmidt (2006). Já a perda por gases (PG), foi obtida através da pesagem dos silos no fechamento e na abertura, segundo equação descrita por Mari (2003).

$$PE = \left\{ \frac{(Pab - Pen)}{MVfe} \right\} \times 1000;$$

Em que:

PE = produção de efluente (kg de efluente/t de matéria verde ensilada);

Pab = peso do conjunto silo, areia, tela e tecido após a abertura (kg);

Pen = peso do conjunto silo, areia, tela e tecido antes da ensilagem (kg);

MVfe = massa verde de forragem ensilada (kg).

$$PG = \left\{ \frac{(PSf - PSa)}{(MFf \times MSf)} \right\} \times 100;$$

Em que:

PG = perda por gases (% da MS);

PSf = peso do silo no momento do fechamento (kg);

PSa = peso do silo no momento da abertura (kg); e,

MFf = massa de forragem na ensilagem (% MS).

MSf = teor de matéria seca da forragem na ensilagem (% MS).

A perda total de matéria seca (PTMS) foi calculada pela diferença entre os pesos brutos de MS inicial e final dos silos, em relação à quantidade de MS ensilada, descontados o peso do conjunto vazio (silo, tampa, areia, tela e tecido de algodão) na abertura, conforme equação descrita por Schmidt (2006).

$$PTMS = \left\{ \frac{(MSi - MSf)}{MSi} \right\} \times 100$$

Em que:

PTMS = Perda Total de MS;

MSi = Quantidade de MS inicial. Peso do silo após enchimento – peso do conjunto vazio, antes do enchimento (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem.

MSf = Quantidade de MS final. Peso do silo cheio, antes da abertura – peso do conjunto vazio, após a abertura dos silos (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura.

A recuperação de matéria seca (RMS) foi determinada pelo método proposto por Siqueira et al. (2007), segundo a seguinte equação:

$$RMS = \left\{ \frac{(MFab \times MSab)}{(MFfe \times MSfe)} \right\} \times 100$$

Em que:

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab = massa de forragem na abertura (kg);

MSab = teor de matéria seca na abertura (%);

MFfe = massa de forragem no fechamento (kg);

MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

A densidade das silagens foi determinada em função da massa volumétrica da forragem ensilada, ou seja, relação entre massa verde compactada e o volume do silo, dada em kg de MV/m<sup>-3</sup>.

Após a abertura, a porção superficial de cada silo foi descartada e o restante do material homogeneizado manualmente e dividido em duas porções; uma parte foi utilizada para determinação da composição químico-bromatológica, sendo analisados os teores de: matéria seca (MS); proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) segundo AOAC (2005); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e, nutrientes digestíveis totais (NDT), conforme Harlan et al., (1991):  $NDT = 82,75 - (0,704 \times FDA)$ .

Para isso, as amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de circulação de ar forçado ( $55 \pm 5^\circ\text{C}$ ) e, em seguida, trituradas em moinho de facas tipo Willey, com peneiras de 1 mm.

Uma segunda porção foi utilizada para determinação do pH, realizando-se imediata leitura do valor do pH dos extratos em potenciômetro digital (pHmetro) três vezes consecutivas, conforme a metodologia proposta por Wilson & Wilkins (1972). Para obtenção do extrato, utilizou-se uma prensa hidráulica, onde se aplica força de 15 toneladas no qual se obteve 10 ml do extrato.

As concentrações dos ácidos acético, propiônico e butírico foram medidas por meio de cromatografia gasosa em cromatógrafo ThermoScientific<sup>®</sup>, equipado com detector de ionização de chama fixado e injeção automática de amostras (CARVALHO et al., 2014). O teor de ácido láctico foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

### **6.3 Análise econômica**

A análise econômica constou da determinação do custo de implantação e manejo de lavoura e confecção de silagem (R\$ ha<sup>-1</sup>) do primeiro corte e rebrota do sorgo, estabelecimento e manejo de lavoura e confecção de feno de cunhã (R\$ ha<sup>-1</sup>), custo médio de produção (R\$ kg) de silagem de sorgo exclusivo e acrescido com feno de cunhã. No custo total de implantação e da rebrota das lavouras (R\$ ha<sup>-1</sup>), foram considerados: preparo do solo (análise do solo, aração e gradagem), insumos (sementes, adubos químico e inseticidas, água, energia elétrica), sistema de irrigação e o custo do processo de colheita das

lavouras (maquina colhedora de forragem), tesoura de poda, lona plástica e transporte (diesel) e de ensilagem (aquisição das embalagens e da máquina ensiladeira SBL 35n). Todos os preços utilizados nos cálculos foram os praticados no ano de 2017(Tabela 2 e 3), obtidos por consulta à lista de preços pagos pela compra das matérias no município de Petrolina-PE e Juazeiro-BA.

**Tabela 2 -** Apreciação econômica do sistema produtivo do sorgo.

COMPONENTES DE CUSTO		1º corte		Rebrota	
Custo variável (insumos e fertilizantes)	Unidade de referência	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Sementes	10 kg	120,00	120,00	120,00	0,00
Água	milm <sup>3</sup>	155,00	2.121,95	155,00	1.023,00
Energia elétrica	kw/hora	0,33	94,00	0,33	94,00
Herbicidas	5 litros	204,00	0,00	204,00	0,00
Inseticidas	1 litro	28,00	56,00	28,00	56,00
Uréia	50 kg	72,00	360,00	72,00	252,00
Map	25 kg	88,00	352,00	88,00	176,00
Sulfato de Potássio	50 kg	70,00	350,00	70,00	175,00
Sulfato de Magnésio	25 kg	25,00	100,00	25,00	87,50
Sulfato de Zinco	25 kg	84,50	84,50	84,50	42,25
<b>Preparo de solo</b>					
Aração	hora	140,00	210,00	0,00	0,00
Gradagem	hora	140,00	140,00	0,00	0,00
Análise de solo	...	63,00	63,00	0,00	0,00
<b>Mão-de-obra</b>					
Plantio	dia-homem	50,00	250,00	50,00	0,00
Diarista (manejo)	dia-homem	50,00	3.300,00	50,00	1.300,00
Irrigação (Montagem do sistema)	dia-homem	50,00	200,00	50,00	0,00
Aplicação de inseticidas	dia-homem	50,00	150,00	50,00	0,00
Aplicação de herbicidas	dia-homem	50,00	50,00	50,00	0,00
<b>Sistema de irrigação</b>					
Tubulação 100 mm	Vara 6 m	41,50	456,00	0,00	0,00
Tubulação 75 mm	Vara 6 m	26,00	182,00	0,00	0,00
Tubulação 50 mm	Vara 6 m	13,50	229,50	0,00	0,00
Conjunto motobomba	...	2.832,01	2.832,01	0,00	0,00
Conjunto Fertirrigação (Venturi+caixa 300 litros)	...	498,79	498,79	0,00	0,00
Fita gotejadora	carretel 1000 m	204,00	2.652,00	0,00	0,00
Outros componentes (Conexões e registros)	...	543,56	543,56	0,00	0,00
<b>Confecção da silagem</b>					
Embalagem para silagem (saco de 30 kg)	Unid	0,90	2.355,30	0,90	471,06

Colheita	hora	140,00	420,00	140,00	420,00
Máquina ensiladeira	Unid	5.111,00	5.111,00	0,00	0,00
<b>Outros custos</b>				0,00	0,00
Diesel	litros	3,89	19,45	3,89	19,45

**Tabela 3 -** Apreciação econômica do sistema produtivo da cunhã.

COMPONENTES DE CUSTO		1º corte		Rebrota	
Custo variável (insumos e fertilizantes)	Unidade de referência	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Sementes	kg	40,00	300,00	40,00	0,00
Água	milm <sup>3</sup>	155,00	1.357,80	155,00	813,75
Energia elétrica	kw/hora	0,33	94,10	0,33	94,10
Herbicidas	litro	70,00	140,00	70,00	0,00
Inseticidas	1 litro	28,00	28,00	28,00	0,00
N P K (6-24-12)	25 kg	140,00	700,00	140,00	0,00
<b>Preparo de solo</b>					
Aração	hora	140,00	210,00	0,00	0,00
Gradagem	hora	140,00	140,00	0,00	0,00
Análise de solo	...	63,00	63,00	0,00	0,00
Correção do solo	t	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação de calcário	hora	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Mão-de-obra</b>					
Plantio	dia-homem	50,00	250,00	50,00	0,00
Diarista (manejo)	dia-homem	50,00	2.250,00	50,00	1.250,00
Irrigação (instalação sistema)	dia-homem	50,00	200,00	50,00	0,00
Aplicação de inseticidas	dia-homem	50,00	0,00	50,00	0,00
Aplicação de herbicidas	dia-homem	50,00	50,00	50,00	0,00
<b>Sistema de irrigação</b>					
Tubulação 100 mm	Vara 6 m	41,50	456,00	0,00	0,00
Tubulação 75 mm	Vara 6 m	26,00	182,00	0,00	0,00
Tubulação 50 mm	Vara 6 m	13,50	229,00	0,00	0,00
Conjunto motobomba	...	2.832,01	2.832,01	0,00	0,00
Conjunto Fertirrigação (Venturi+caixa 300 litros)	...	498,79	498,79	0,00	0,00
Fita gotejadora	carretel 1000 m	204,00	2.040,00	0,00	0,00
Outros componentes (Conexões e registros)	...	543,56	543,56	0,00	0,00
<b>Confecção da silagem</b>					
Lona (Rolo 50m)	50 m	514,00	514,00	514,00	0,00
Colheita	dia-homem	50,00	300,00	50,00	300,00
Tesoura poda	unid	29,89	89,67	29,89	0,00
<b>Outros custos</b>					
Diesel	litros	3,89	19,45	3,89	19,45

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Características produtivas do sorgo

Os resultados apresentados na Tabela 4, com exceção da variável Relação folha/colmo, demonstram que houve efeito de tratamento ( $P < 0,05$ ) para as variáveis analisadas, indicando que no primeiro corte há uma maior produção (cerca de 37% do total de matéria fresca) em comparação ao segundo corte (rebrotas), que apresentou uma acentuada redução das características produtivas.

**Tabela 4.** Características produtivas do primeiro corte e da rebrota do sorgo sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco.

Variáveis	Cortes		Média*	EPM**
	Primeiro	Rebrota		
PMS-PA (g/unid.área)	1749,62 <sup>a</sup>	919,04 <sup>b</sup>	1334,33	164,02
PMS-LF (g/unid.área)	194,16 <sup>a</sup>	89,9 <sup>b</sup>	142,03	10,73
PMS-C (g/unid.área)	1413,46 <sup>a</sup>	635,81 <sup>b</sup>	1024,63	149,40
R <sub>L</sub> -Fl/C	0,17 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,09	0,01
PMFT/ha (t/ha)	88,63 <sup>a</sup>	55,82 <sup>b</sup>	72,22	5,36
PMST/ha (t/ha)	40,82 <sup>a</sup>	19,81 <sup>b</sup>	1,03	1,90

PMS-PA= produção de matéria seca da parte aérea; PMS-LF= produção de matéria seca da lâmina foliar; PMS-C= Produção de matéria seca do colmo; R<sub>L</sub>-Flh/C= relação folha/colmo; PMFT/ha= produção de matéria fresca total por hectare; PMST/ha= produção de matéria seca total por hectare. \*Média Geral dos tratamentos. As médias originais seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; \*\*Erro padrão da média.

### 7.2 Perdas fermentativas

Foi observado que a inclusão de feno de cunhã na ensilagem do sorgo (Tabela 5) tanto no primeiro corte, assim como na rebrota, o aumento da adição da proporção do feno na ensilagem promoveu diminuição da densidade (kg.MV/m<sup>3</sup>), sendo que a silagem com 30% de feno de cunha na rebrota apresentou menor índice de compactação e conseqüentemente menor densidade (508,2 kg.MV/m<sup>3</sup>).

**Tabela 5.** Densidade, perdas por gases, perda por efluente, perda total e recuperação de matéria seca de silagem de sorgo de primeiro corte e rebrota associado com 0-10-20 e 30% de feno de cunhã.

Variáveis	PRIMEIRO CORTE				EPM <sub>(1)</sub>	Efeito de probabilidade	
	Níveis de feno de cunhã (%)					Linear	Quadrático
	0	10	20	30			
Densidade (kg.MV/m <sup>3</sup> )	557,16	529,80	524,04	519,58	3,82	0,0727	0,0012 <sup>(2)</sup>
Perdas por gases (%MS)	5,08	3,85	3,45	8,08	0,53	0,0001	0,0005 <sup>(3)</sup>
Perda total de MS (%)	5,65	4,36	3,62	8,24	0,52	0,0001	0,0002 <sup>(4)</sup>
Recuperação da MS (%)	94,35	95,64	96,38	91,76	0,52	0,0001	0,0013 <sup>(5)</sup>
Perdas por efluente (kg t <sup>-1</sup> MV)	6,03	5,23	1,76	1,71	0,46	0,0001 <sup>(6)</sup>	0,0858

Variáveis	REBROTA				EPM <sub>(1)</sub>	Efeito de probabilidade	
	Níveis de feno de cunhã (%)					Linear	Quadrático
	0	10	20	30			
Densidade (kg.MV/m <sup>3</sup> )	555,98	547,74	530,09	508,2	4,45	0,0727	0,0012 <sup>(7)</sup>
Perdas por gases (%MS)	8,90	8,40	5,32	3,86	0,53	0,0001 <sup>(8)</sup>	0,5000
Perda total de MS (%)	9,59	9,13	5,56	4,03	0,81	0,0001 <sup>(9)</sup>	0,5000
Recuperação da MS (%)	88,01	88,31	94,44	95,97	0,87	0,0001 <sup>(10)</sup>	0,5013
Perdas por efluente (kg t <sup>-1</sup> MV)	6,89	7,25	2,47	1,81	3,70	0,0001 <sup>(11)</sup>	0,0858

P<0,05. <sup>(1)</sup> Erro-padrão da média. <sup>(2)</sup>  $\hat{Y}=556,14-2,90x+0,05x^2$  ( $r^2=0,75$ ); <sup>(3)</sup>  $\hat{Y}=5,28-0,35x+0,014x^2$  ( $r^2=0,57$ ); <sup>(4)</sup>  $\hat{Y}=5,89-0,37x+0,01x^2$  ( $r^2=0,53$ ); <sup>(5)</sup>  $\hat{Y}=94,10+0,37x-0,01x^2$  ( $r^2=0,53$ ); <sup>(6)</sup>  $\hat{Y}=6,14-0,16x$  ( $r^2=0,81$ ); <sup>(7)</sup>  $\hat{Y}=556,23-0,58x-0,03x^2$  ( $r^2=0,90$ ); <sup>(8)</sup>  $\hat{Y}=8,92-0,16x$  ( $r^2=0,62$ ); <sup>(9)</sup>  $\hat{Y}=10,11-0,20x$  ( $r^2=0,92$ ); <sup>(10)</sup>  $\hat{Y}=87,18+0,30x$  ( $r^2=0,76$ ); <sup>(11)</sup>  $\hat{Y}=7,60+0,20x$  ( $r^2=0,81$ ).

À medida que se aumentou a proporção de feno de cunhã nas silagens de sorgo, observou-se redução nas perdas fermentativas (Tabela 5), em função do aumento do teor de matéria seca proveniente da cunhã, tanto no primeiro corte, quando se observa os níveis 0 e 20% de feno, como na rebrota. As maiores perdas de MS se deram pela perda por gases no primeiro corte quando se acrescentou 30% do feno na ensilagem.

A inclusão do feno de cunha beneficiou (P<0,05) ainda a recuperação da MS, proporcionando recuperação de 95,97% com 30% de feno de cunhã na rebrota contra 88,0% no tratamento controle (0% de feno de cunha).

### 7. 3 Composição químico-bromatológica das silagens

De modo geral os teores de MS, MM, PB, e NDT das silagens apresentaram efeito linear crescente (P<0,05) (Tabela 6) à medida que foram adicionados os níveis de feno de cunhã na ensilagem do sorgo em ambos os

cortes. Vale ressaltar, que a adição de 30% de feno de cunhã promoveu aumento considerável no teor de PB nas silagens tanto no primeiro corte como na rebrota (93%), porém o maior incremento foi constatado na silagem do primeiro corte (7,47% para 15,79%).

Quanto a Fibra em detergente ácido (FDA) a inclusão dos níveis de feno proporcionaram efeito distintos nos diferentes cortes. No primeiro corte a FDA apresentou efeito linear crescente, enquanto que na rebrota não se observa efeito da FDA.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) também apresentaram comportamento diferente dentro dos cortes à medida que foram acrescentados os níveis de feno da cunhã, tendo efeito linear decrescente no primeiro corte e não se ajustando a nenhum modelo na rebrota.

**Tabela 6.** Composição bromatológica de silagens de sorgo de primeiro corte e rebrota associado com 0-10-20 e 30% de feno de cunhã.

Variáveis (%)	PRIMEIRO CORTE				EPM <sup>(1)</sup>	Efeito de probabilidade	
	Níveis de feno de cunhã (%)					Linear	Quadrático
	0	10	20	30			
Matéria seca	33,35	41,67	46,45	48,45	1,34	0,0001 <sup>(2)</sup>	0,5000
Matéria mineral	4,13	5,61	5,45	5,51	0,15	0,0046 <sup>(3)</sup>	0,5000
Proteína bruta	7,47	9,83	12,56	15,79	0,80	0,0001 <sup>(4)</sup>	0,2285
Fibra em detergente neutro	50,33	50,67	49,33	52,05	0,41	0,0001	0,0230 <sup>(5)</sup>
Fibra em detergente ácido	22,15	26,20	27,03	30,69	0,52	0,0031 <sup>(6)</sup>	0,2953
NDT	67,16	64,31	64,26	61,15	0,39	0,0120 <sup>(7)</sup>	0,1447

Variáveis (%)	REBROTA				EPM <sup>(1)</sup>	Efeito de probabilidade	
	Níveis de feno de cunhã (%)					Linear	Quadrático
	0	10	20	30			
Matéria seca	31,63	38,06	43,93	49,41	1,52	0,0001 <sup>(8)</sup>	0,5000
Matéria mineral	5,41	5,35	6,04	6,41	0,91	0,0046 <sup>(9)</sup>	0,5000
Proteína bruta	6,74	8,37	10,92	13,67	0,51	0,0001 <sup>(10)</sup>	0,2285
Fibra em detergente neutro	60,60	55,74	56,06	54,11	0,79	0,0001 <sup>(11)</sup>	0,5230
Fibra em detergente ácido	34,17	34,86	34,49	33,51	0,32	0,0031 <sup>(12)</sup>	0,2953
NDT	58,69	58,09	58,33	56,88	0,24	0,0120 <sup>(13)</sup>	0,1447

P<0,05. <sup>(1)</sup> Erro-padrão da média. <sup>(2)</sup>  $\hat{Y}=34,97+0,49x$  ( $r^2=0,91$ ); <sup>(3)</sup>  $\hat{Y}=4,29+0,05x$  ( $r^2=0,67$ ); <sup>(4)</sup>  $\hat{Y}=6,62+0,31x$  ( $r^2=0,97$ ); <sup>(5)</sup>  $\hat{Y}=49,86+0,18x-0,00x^2$  ( $r^2=0,34$ ); <sup>(6)</sup>  $\hat{Y}=24,77+0,17x$  ( $r^2=0,69$ ); <sup>(7)</sup>  $\hat{Y}=65,25-0,12x$  ( $r^2=0,68$ ); <sup>(8)</sup>  $\hat{Y}=31,87+0,59x$  ( $r^2=0,99$ ); <sup>(9)</sup>  $\hat{Y}=5,42+0,02x$  ( $r^2=0,67$ ); <sup>(10)</sup>  $\hat{Y}=7,22+0,19x$  ( $r^2=0,95$ ); <sup>(11)</sup>  $\hat{Y}=60,10-0,40x+0,00x^2$  ( $r^2=0,81$ ); <sup>(12)</sup>  $\hat{Y}=33,35+0,06x$  ( $r^2=0,23$ ); <sup>(13)</sup>  $\hat{Y}=59,25-0,05x$  ( $r^2=0,32$ ).

## 7.4 Concentração dos ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos (Tabela 7), com exceção do ácido propiônico no primeiro corte, foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelo incremento crescente de feno de cunhã na silagem de sorgo.

**Tabela 7.** Perfil de ácidos orgânicos de silagens de sorgo de primeiro corte e rebrota associado com 0-10-20 e 30% de feno de cunhã.

Variáveis	PRIMEIRO CORTE				EPM <sup>(1)</sup>	Efeito de probabilidade	
	Níveis de feno de cunhã (%)					Linear	Quadrático
	0	10	20	30			
Ácido acético(% MS)	0,11	0,09	0,07	0,07	0,00	0,0001 <sup>(2)</sup>	0,5289
Ácido propiônico (% MS)	0,10	0,08	0,09	0,08	0,00	0,0197 <sup>(3)</sup>	0,4201
Acido láctico (% MS)	8,55	5,58	4,56	2,08	0,54	0,0001 <sup>(4)</sup>	0,3203
Acido butírico (% MS)	0,19	0,17	0,12	0,12	0,00	0,0001 <sup>(5)</sup>	0,0992
pH	3,66	3,86	4,01	4,14	0,41	0,0004 <sup>(6)</sup>	0,0905

Variáveis	REBROTA				EPM <sup>(1)</sup>	Efeito de probabilidade	
	Níveis de feno de cunhã (%)					Linear	Quadrático
	0	10	20	30			
Ácido acético(% MS)	0,39	0,25	0,24	0,17	0,01	0,0001 <sup>(7)</sup>	0,5000
Ácido propiônico (% MS)	0,25	0,16	0,12	0,13	0,01	0,0001	0,0001 <sup>(8)</sup>
Acido láctico(% MS)	9,55	7,68	6,86	4,08	0,46	0,0001 <sup>(9)</sup>	0,2356
Acido butírico (% MS)	0,24	0,21	0,17	0,11	0,01	0,0001 <sup>(10)</sup>	0,5600
Ph	2,64	2,78	2,89	3,02	0,03	0,0004 <sup>(11)</sup>	0,0905

$P < 0,05$ . <sup>(1)</sup>Erro-padrão da média. <sup>(2)</sup> $\hat{Y} = 0,109 - 0,001x$  ( $r^2 = 0,65$ ); <sup>(3)</sup> $\hat{Y} = 0,096 - 0,000x$  ( $r^2 = 0,27$ ); <sup>(4)</sup> $\hat{Y} = 8,254 - 0,204x$  ( $r^2 = 0,92$ ); <sup>(5)</sup> $\hat{Y} = 0,188 - 0,002x$  ( $r^2 = 0,94$ ); <sup>(6)</sup> $\hat{Y} = 3,675 + 0,016x$  ( $r^2 = 0,65$ ); <sup>(7)</sup> $\hat{Y} = 0,362 - 0,006x$  ( $r^2 = 0,84$ ); <sup>(8)</sup> $\hat{Y} = 0,8 - 0,248x + 0,000x^2$  ( $r^2 = 0,76$ ); <sup>(9)</sup> $\hat{Y} = 10,674 - 0,217x$  ( $r^2 = 0,95$ ); <sup>(10)</sup> $\hat{Y} = 0,248 - 0,004x$  ( $r^2 = 0,94$ ); <sup>(11)</sup> $\hat{Y} = 2,64 + 0,01x$  ( $r^2 = 0,98$ );

## 7.5 Análise econômica

**Tabela 8.** Custo de implantação (1 ha), e da rebrota de cultivo de sorgo BRS Ponta Negra em sistema irrigado e sua ensilagem em sacos plásticos de 35 kg.

Especificação	Valor Total	
	Primeiro corte	Rebrota
<b>Custo variável</b>		
Sementes, água, energia elétrica, herbicidas e fertilizantes	3.638,55	1.905,85
<b>Preparo do solo</b>		
Aração e gradagem	413,0	XX
<b>Mão-de-obra</b>		
Plantio, manejo da cultura, irrigação e aplicação de inseticida e herbicida	3.950,0	1.300,00
<b>Sistema de irrigação por gotejamento</b>		
Tubulações, conexões, conjunto motobomba, conjunto de fertirrigação e fita gotejadora	7.394,36	Xx
<b>Confecção de silagem em sacos de 35 kg</b>		
Colheita da forragem, embalagem (sacos) e aquisição de máquina ensiladeira	7.886,3	891,06
<b>Outros custos (Diesel)</b>	19,45	XX
<b>Total</b>	23.301,66	4.096,91
<b>Produção forragem (Ton/ha)</b>	88,63	55,82

**Tabela 9.** Custo de implantação (1 ha), e da rebrota de cultivo de cunhã em sistema irrigado e sua posterior fenação.

Especificação	Valor Total	
	Primeiro corte	Rebrota
<b>Custo variável</b>		
Sementes, água, energia elétrica, herbicidas e fertilizantes	2.591,90	1.727,85
<b>Preparo do solo</b>		
Aração e gradagem	413,0	XX
<b>Mão-de-obra</b>		
Plantio, manejo da cultura, irrigação e aplicação de inseticida e herbicida.	2.750,0	1.250,00
<b>Sistema de irrigação por gotejamento</b>		
Tubulações, conexões, conjunto motobomba, conjunto de fertirrigação e fita gotejadora	6.782,36	XX
<b>Confecção de feno</b>		
Colheita manual com tesoura de poda, e lona plástica, desidratação e moagem	903,67	814,00
<b>Outros custos (Diesel)</b>	19,45	19,45
<b>Total</b>	13.460,38	3.811,30
<b>Produção feno (Ton/ha)</b>	8,00	7,2

**Tabela 10.** Custo de produção em (reais) de kg silagem de sorgo exclusiva ou associada com 10,20 e 30% de feno de cunha no primeiro corte e na rebrota do sorgo feita em sacos de 35 kg em Petrolina-PE.

Especificação	Valor (reais)/Valor protéico (%)	
	Primeiro	Rebrota
<b>Corte do sorgo</b>		
<b>Silagem em sacos de 35 kg</b>		
Exclusiva de sorgo sem feno de cunhã	0,30/7,5	0,08/6,7
Sorgo com 10% de feno de cunhã	0,46/9,8	0,12/8,4
Sorgo com 20% de feno de cunhã	0,43/12,5	0,16/10,9
Sorgo com 30% de feno de cunhã	0,44/15,8	0,20/13,7

**Tabela 11.** Taxas de depreciação dos sistemas de irrigação.

Bens	Valor de Aquisição	Vida útil (dias)	Taxa anual	Depreciação mensal	Período Utilizado 17/12/2016 a 17/03/2017
Sistema 1	R\$ 6.782,36	120	10%	R\$ 56,52	R\$ 226,08
Sistema 2	R\$ 7.394,36	120	10%	R\$ 61,62	R\$ 246,48

Sistema 1: sistema de irrigação utilizado na produção da cunhã; Sistema 2: sistema de irrigação utilizado na produção do sorgo.

## 8. DISCUSSÃO

### 8.1 Características produtivas do primeiro corte e da rebrota do sorgo sob cultivo irrigado no Submédio do São Francisco

A produtividade de matéria fresca é um dos parâmetros avaliados quando se deseja obter informações sobre uma cultivar específica, devendo ser observada antes dos critérios de qualidade da silagem, uma vez que é importante para estimar os silos e contribuir para diminuir os custos de colheita, aumentando a rentabilidade.

Os resultados apresentados na tabela 4 mostram o potencial do sorgo variedade BRS Ponta Negra em termos de produção de forragem sob irrigação na região semiárida, por apresentar tanto no primeiro corte quanto na rebrota,

boa produção de matéria fresca (88,6 t/ha e 55,82t/ha) e matéria seca (40,82 t/ha e 19,81).

Esses valores foram superiores aos observados por Perazzo et al. (2013), que avaliando as características agronômicas de cultivares de sorgo no semiárido sob condições de sequeiro, encontraram para o BRS ponta negra, produção de matéria fresca de 52,14 t/ha e seca de 12,07 t/há, mesmo com uma maior densidade de plantio (171.428 plantas/há), que o presente estudo (125.000 plantas/ha).

Os altos índices de produção de PMF e PMS encontrado nesse trabalho podem ser explicados pela eficiência da irrigação e adubação, além das condições edafoclimáticas da região (principalmente luminosidade e temperatura), que propiciaram melhor desenvolvimento do cultivar, expressando essa, todo o seu potencial genético.

Santos et al. (2013), avaliando as características agronômicas de cinco cultivares de sorgo irrigado para produção de silagem no Submédio do São Francisco, verificaram produção de 76,2 t/ha de matéria fresca e 19,7 t/ha de matéria seca. Isso demonstra que o uso da irrigação em regiões semiáridas é uma estratégia bastante eficiente de potencializar a produção de forragem, pois possibilita aumentos em características de crescimento e de produção das plantas, desde que não haja limitação de fotoperíodo e de temperatura.

Na condição do primeiro corte do sorgo, a produção de matéria seca da lamina foliar (PMS-LF) e do colmo (PMS-C) foram superiores as encontradas na rebrota (tabela 4). Isso pode ter ocorrido devido ao uso de um estande de plantas ideal, alcançado por meio de uma boa qualidade de plantio associado ao manejo para preservação das plantas, evitando-se a perda de plantas irregulares, que permitiu maior captação de luz, aumentando a capacidade fotossintética, potencializando o desenvolvimento das plantas. Enquanto que na rebrota, o perfilhamento promove aumento no estande de plantas, que pode ter ocasionado diminuição da captação de luz, conseqüentemente também a capacidade fotossintética, reduzindo o desenvolvimento das plantas.

Na planta do sorgo, o colmo é um órgão de armazenamento de carboidratos solúveis (TERRA et al., 2010), que são os principais substratos para a fermentação láctica, responsável pela adequada preservação da massa ensilada. Os resultados da maior quantidade de colmo por unidade de área, demonstrados pela variável PMS-C (tabela 4) em ambos os cortes, e a baixa

quantidade de folhas contribuíram para um incremento na produção de matéria seca total (PMS-T), contudo proporcionou uma baixa relação folha/colmo ( $R_L$ -F/C). Quanto menor a participação das frações colmo e folhas, maior a fração de panículas, o que pode proporcionar melhor valor nutritivo na silagem (SILVA et al. (2011).

Segundo Neumann et al. (2002) a panícula é o componente da planta do sorgo que define a qualidade da silagem, por apresentar maiores teores de matéria seca, proteína bruta, digestibilidade *in vitro* e da matéria seca, comparado ao conjunto colmo e lâmina foliar.

## **8.2 Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de sorgo com inclusão diferentes níveis de feno de cunhã**

Os dados referentes à densidade das silagens acrescidas de níveis crescentes de feno de cunhã apresentados na Tabela 5 demonstram que, o feno de cunhã funcionou como um aditivo absorvente de umidade, aumentando de forma significativa o teor de matéria seca (MS), afetando as densidades das silagens, cujos teores diminuíram conforme adicionados os níveis. De acordo com Corrêa e Santos (2006), os teores ideais de matéria seca devem estar situados entre 30% e 35%, sendo que a matéria seca acima de 40%, como a maioria das observados no presente estudo (Tabela 6), dificulta a compactação da massa e expulsão do ar. Ruppel et al. (1995) sugere que para se obter boa compactação, as silagens devem apresentar teores de densidade acima de 550 kg.MV/m<sup>3</sup>.

Contudo, a elevação da MS pela adição do feno de cunhã, funcionou como um estabilizante, favorecendo o processo fermentativo e proporcionando redução de perdas por gases, quando se observa os níveis de 0% a 20% no primeiro e corte, e em todos os níveis na rebrota (Tabela 6). A inclusão do feno funcionou também como um sequestrante de umidade, reduzindo as perdas por efluentes. Vale lembrar, que a redução das perdas por efluente representa minimização das perdas de nutrientes por percolação junto ao efluente produzido durante a ensilagem (ANTONIO, 2016). Segundo Paziani e Campos (2015), o efluente das silagens carrega nutrientes importantes como açúcares, proteínas, minerais, vitaminas, ácidos orgânicos, dentre outros.

As perdas por efluente observadas no presente trabalho, principalmente na silagem de sorgo do primeiro corte podem ser consideradas irrelevantes, quando comparadas aos resultados obtidos por Oliveira (2009) para silagens de milho e sorgo forrageiro, cujos valores de perdas foram iguais a 20,4 e 69,7 kg/t de MV, respectivamente. Resultados também superiores foram encontrados por ANTONIO (2016), avaliando as perdas por efluente em silagens de *Brachiaria brizantha* com adição de 24% de aditivos absorventes de umidade, obtendo perdas de 6,98 kg/t de MV como menor índice com a adição de farelo de soja. Já, Pacheco et al. (2014), avaliando as perdas fermentativas de silagens de capim elefante com níveis crescentes de feno de glicíndia, obtiveram para o nível máximo de inclusão (40 % de feno) perdas de 4,56 kg/t de MV.

Os maiores índices de perdas de matéria seca se deram por meio da produção de gás na silagem com 30% de feno de cunhã no primeiro corte (tabela 5). A adição de 20% de feno foi a que apresentou menor percentual de perdas por gases (3,45%), proporcionando assim uma maior recuperação de matéria seca (96,38%), enquanto que na rebrota esse efeito foi verificado com a inclusão de 30% de feno, com 3,86% de perdas e recuperação MS de 95,97% respectivamente. Dessa forma, pode-se dizer que o feno da cunhã foi eficiente em reduzir a umidade das silagens em decorrência do seu alto teor de matéria seca, diluindo a quantidade de água.

Estes resultados apresentam-se pouco acima dos encontrados por Trevisoli (2014) para silagens de diferentes variedades de milho com níveis crescentes de adição de casca de soja, obtendo menores perdas (2,72%) com a adição de 10% de casca de soja. Conforme Santos et al. (2008), quando as silagens apresentam menores valores de perdas por gases, demonstram maior recuperação de matéria seca.

A formação de gás na silagem é resultante de fermentações secundárias, que normalmente cresce em meios com pH mais elevado. Os baixos valores de perdas por gases demonstram que no processo de ensilagem houve pouca participação da fermentação por enterobactérias, o que resultou na diminuição das fermentações secundárias (PINHO et al., 2013). Esses resultados podem ser explicados pela baixa concentração de ácido acético (tabela 7), que é um produto da fermentação das enterobactérias.

Segundo Trevisoli (2014) procedimentos tais como, melhor compactação, fornecimento de carboidratos solúveis e redução do grau de umidade, restringem a ação de microrganismos resultando em aumento do coeficiente fermentativo, em que as fermentações sendo menos extensas resultam em menores perdas por gases. Dessa forma, pode-se afirmar que a inclusão do feno de cunhã melhorou significativamente o perfil fermentativo, diminuindo, provavelmente, a incidência das enterobactérias e, conseqüentemente, acelerando o processo fermentativo, fato evidenciado pelas reduzidas perdas por gases registradas neste trabalho.

Os valores de pH alcançados neste trabalho, encontram-se na faixa em que as silagens são classificadas como boa (3,8 – 4,2) (Monteiro et al. 2011), e muito boa (<3,8), de acordo com o critério de classificação adotado por Paiva (1976). Porém, o pH, isoladamente, não é considerado como critério seguro para avaliação das silagens, porque seu efeito inibidor sobre as bactérias e enzimas das plantas depende da velocidade do declínio da concentração iônica e do grau de umidade do meio (VIEIRA et al., 2004).

No que diz respeito à composição químico-bromatológica, embora o elevado teor de MS, a adição do feno de cunhã promoveu incremento no teor de proteína das silagens, principalmente nas de primeiro corte (7,47% para 15,79%). Esses resultados foram superiores aos encontrados por Evangelista et al. (2005) trabalhando com silagem de sorgo com níveis crescentes de leucena *in natura*, obtendo aumento de 128,88 % (4,5 para 10,3) no nível máximo de 40% de inclusão.

No que diz respeito aos teores de concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) verificou-se que, as silagens de primeiro corte foram as que apresentaram maiores teores de NDT (o que pode ser explicado pela menor porcentagem de FDA e matéria mineral (MM)).

Deve-se ressaltar que essa melhoria na composição químico-bromatológica varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da cunhã no momento da fenação, em que o corte realizado na fase de floração (aos 45 dias da rebrota), como no presente trabalho, deve proporcionar melhores resultados devido à maior quantidade de folhas verdes e ao baixo teor de FDN e FDA.

Os valores encontrados para ácidos orgânicos nas silagens de sorgo com adição de feno de cunhã mostram que houve fermentação adequada

(Tabela 7). Isso pode ser confirmado através dos níveis satisfatórios de ácido láctico encontrado, indicando a presença de carboidratos solúveis, principalmente açúcares, os quais são substratos para as bactérias lácticas responsáveis pela produção deste composto orgânico (BACKES et al., 2017).

As concentrações de ácido láctico nas silagens estudadas sofreram redução ( $P < 0,05$ ) de 76,11% (primeiro corte) e 63,07% (rebrotas) com a adição de feno de cunhã, considerando-se os níveis 0-30%.

No processo fermentativo de uma silagem dá-se maior importância aos teores de ácido láctico, por este apresentar uma maior constante de dissociação ( $pK_a = 3,86$ ), ou seja, maior tendência de perder prótons (Lehninger et al., 2002), sendo responsável pela queda do pH a valores inferiores a 4,2. Nesse pH ocorre a inibição das bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis pelas fermentações indesejáveis no produto, que garante qualidade no processo fermentativo (MACEDO et al., 2012).

A redução do grau de umidade com a adição do feno de cunhã possivelmente reduziu as condições favoráveis para o desenvolvimento dos microrganismos *Clostridium*, os quais são responsáveis pela fermentação butírica. Segundo Woolford (1984), a menor atividade das bactérias *Clostridium* ocorre em silagens com maior concentração de matéria seca. Por outro lado, as concentrações de ácido butírico apresentam-se pouco acima do preconizado por Tomich et al. (2003), em que os teores de ácido butírico devem estar entre 0% e 0,1% para máxima pontuação em sua proposta de qualificação. Ainda assim, os valores encontrados no presente trabalho são considerados adequados para uma silagem de boa qualidade.

Segundo Avila et al. (2010), a produção de ácido propiônico é altamente sensível ao baixo pH, isto é, em pH próximo de 4,0 não há grande desenvolvimento de bactérias produtoras deste ácido. Portanto, os baixos teores de ácido propiônico encontrado nesse trabalho pode ter sido, indiretamente, ocasionado pelo baixo pH, encontrado em todos os níveis.

O ácido acético, possui princípios antifúngicos (KUNG JR et al., 2003) e desempenha importante papel no controle de leveduras em silagens. A redução nos valores desse ácido verificado no presente estudo pode ser explicada pela ocorrência de uma melhor compactação do material à medida que se adicionou o feno de cunhã, ou seja, houve maior eliminação do oxigênio do meio o qual é responsável por um ambiente favorável para o

desenvolvimento de microrganismos produtores de ácido acético, principalmente na fase inicial da fermentação da silagem (BACKES et al., 2014).

### **8.3 Viabilidade econômica da produção de silagem de sorgo no primeiro corte e na rebrota**

De acordo com os dados da estimativa de custos de implantação dos sistemas apresentados na Tabela 8, para a produção de silagem, é possível afirmar que a utilização da rebrota anual do sorgo pode ser uma alternativa viável para produção de silagem com baixo custo. Uma vez que as operações que oneraram mais os custos de produção são verificados no primeiro corte, com o sistema de irrigação seguido pela confecção das silagens, representando 31,73% e 33,84% respectivamente de um total de R\$ 23.301,66 dos parâmetros avaliados, enquanto que na rebrota houve acentuada redução no custo total (R\$ 4, 096,91), devido ao fato de não ocorrerem despesas com a instalação do sistema de irrigação. Essa economia deve-se também ao fato de não correr mais o gasto com preparo do solo, compra de sementes, semeadura e aquisição da máquina ensiladeira, os quais já foram adquiridos para uso do primeiro corte (SILVA et al., 2016).

Para a produção da cunhã, conforme os dados encontrados na tabela 9, os maiores gastos foram proporcionados pelos custos iniciais na implantação do cultivo, em que o sistema de irrigação foi o mais dispendioso custando cerca de R\$ 6.782, 36, representando 50% de um total de R\$ 13.460,38.

Costa et al. (2015) ao avaliarem o custo operacional total da produção de silagem de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. Xaraés, em um hectare sob condições irrigadas, em dois anos agrícolas, verificaram que a colheita do material para ensilagem, seguida do transporte da forragem e da irrigação da área, foram as operações que mais oneraram os custos de produção das silagens, totalizando mais de 57% dos custos operacionais efetivos no período avaliado.

O custo de quilograma da silagem produzida variou com valores de R\$ 0,08 (silagem exclusiva de sorgo na rebrota) a R\$ 0,44 (silagem de sorgo do primeiro corte acrescida com 30% de feno de cunhã) (Tabela 10), ratificando o potencial do cultivo intensivo do sorgo na região semiárida como fonte de

alimento volumoso e a qualidade de sua silagem associada com a leguminosa com baixo custo de produção, fato concretizado pelas altas produções de MS e PB de suas silagens, quando esses foram associados.

Segundo Candido et al. (2015), a economicidade do sistema de criação de ovinos no Semiárido está atrelada à produção e utilização de volumosos, já que implica a quantidade de concentrado a ser fornecida. Essa economia, de acordo com Brondani et al. (2000), pode ser alcançada por meio do uso de volumosos com alto valor nutritivo e baixo custo de produção, os quais reduzem os custos da alimentação, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Vale ressaltar que na rebrota o custo da silagem de sorgo acrescida de 30% de feno de cunhã (R\$ 0,20) foi menor que a silagem exclusiva de sorgo do primeiro corte (R\$ 0,30), demonstrando ser rentável o seu uso, pois também é mais protéica, apresentando 13,7% de PB, contra 7,5% de PB (Tabela 10).

Avaliando a viabilidade econômico da terminação de ovinos em confinamento, alimentados com silagens de diferentes cultivares de sorgo, Candido et al. (2015), constataram que o custo por tonelada de matéria seca da silagem produzida foi menor para 'BRS 810' (227,85 R\$ t<sup>-1</sup>), devido às maiores produções de MS/ha, que diluiu o valor por kg do volumoso produzido, aliado à maior produtividade de PB (927,77 kg/ ha).

Por meio do cálculo de depreciação dos sistemas de irrigação obteve-se a estimativa da reserva de capital necessária a substituição dos bens ativos depreciados por meses de produção de acordo com os ciclos produtivos das culturas em estudo.

De acordo com Frizzone e Andrade Júnior (2005), os componentes em um sistema de irrigação apresentam uma vida útil média, e a depreciação representa o custo necessário para a substituição do capital investido em bens de longa duração, quando estes se tornam inúteis pelo desgaste físico com o decorrer do tempo, pelas inovações tecnológicas ou quando perdem a capacidade de gerar receitas. Desse modo, para os cálculos foram considerados os sistemas como um todo, com uma vida útil de 120 dias, tendo como base as piores situações (entupimento dos canos, troca de mangueiras e troca dos elementos filtrantes).

Calculou-se a depreciação do sistema de irrigação através do método linear estabelecido por Vales (1998), esse método apresenta taxa de

depreciação fixa aplicada ao valor do ativo, resultando na estimativa da reserva de capital necessária a substituição dos bens ativos depreciados por meses de produção de acordo com os ciclos produtivos das culturas em estudo. Assim, foi obtido à cota de depreciação mensal de R\$ 56,52 para ciclo da cunhã e R\$ 61,62 para o sorgo (Tabela 11). Este dado significa que ao final do ciclo de produção deve-se reservar o equivalente a R\$ 226,08 e R\$ 246,48 do valor de aquisição do sistema de irrigação para a substituição ou manutenção de itens que compõe o sistema, quando este estiver atingido o final da sua vida útil.

## 9. CONCLUSÕES

A rebrota do sorgo BRS Ponta Negra irrigado, correspondeu a uma produção média de 63% da produção do primeiro corte. A ensilagem da rebrota do sorgo proporcionou uma economia de aproximadamente 65,8% em relação a ensilagem do primeiro corte. O incremento protéico com 30% de feno de cunhã na ensilagem de sorgo foi de aproximadamente 93% independentemente de ser sorgo de primeiro corte ou rebrota. Feno de cunhã melhora o perfil fermentativo e reduz as perdas na ensilagem de sorgo.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. S.; AGUIAR, L. V.; COELHO, C. P.; OLIVEIRA, C.A. S.; SILVA, A. M. P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: Desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**13: 157-164, 2012.

ANTONIO, P. **Aditivos protéicos sequestrante de umidade na ensilagem de gramíneas tropicais**.2016, 66 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – international (AOAC). **Official method sof Analysis**. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA. 2005.

ARCANJO, A. H. M.; AVILA, N. Silagem de leguminosas: revisão de literatura. Nutritime. **Revista Eletrônica**, on-line, v.13, n.3, p.4702-4710, mai/jun, 2016.

AVALOS, J. F. V. et al. Agrotecnia e utilización de *C. ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. **Revista Técnica Pecuaria en México**, v. 1, n. 42, p.79-96, 2004.

AVILA, C. L. S.; VALERIANO, A. R.; PINTO, J. C.; FIGUEIREDO, H. C. P.; REZENDE, A. V.; SCHWAN, R. F. Chemical and microbiological characteristics of sugarcane silage treated with microbial inoculants. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.25-32, 2010.

BACKES, A. A et al. Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p.182-191 jan./mar., 2014.

BARROS, N. N.; ROSSETTI, A. G.; CARVALHO, R. B. Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) para acabamento de cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.499-504, 2004.

BERNARDES, T. F., CHIZZOTTI, F. H. M. Technological innovations in silage production and utilization. **Revista brasileira de saúde produção animal**, vol.13, n.3, pp. 629-641. ISSN 1519-9940, 2012.

BERNARDES, G. M. C. **Composição tecidual da carcaça, centesimal e lipídica da carne de cordeiros submetidos a dieta de alto grão e viabilidade econômica da atividade**. Universidade Federal de Santa Maria, 2017. 72p. Tese (Doutorado em Zootecnia).

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 287-297, 2010.

BRONDANI, I.L. et al. Silagem de alta qualidade para bovinos. In: RESTLE, J. (Ed.). **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 2000. p.185-204.

BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; et al. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, v.5, n.23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.

CANDIDO, E. P. et al. Resposta econômica do confinamento de ovinos alimentados com silagens de diferentes cultivares de sorgo. **Ciência Rural**, v.45, n.1, p.79-85, jan, 2015.

CARVALHO, W.G et al. Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 465 – 472 abr. – jun., 2016.

CBHSF - Comitê Da Bacia Hidrográfica Do Rio São Francisco. Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. **Regiões hidrográficas**. Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/abacia/>. Acesso em: 16 jan. 2018.

CONAB; Cultivos de Verão – Safra 2017/2018. 01 a 17 de fevereiro de 2017. **Boletim Monitoramento Agrícola**, v. 07, n.02, Fev. 2018.

CORREA, L. A.; SANTOS, P. M. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: EMBRAPA - CNPPS, 6p. 2006.

COSTA, N., ANDREOTTI, M., BERGAMASCHINE, A., MASCARENHAS, K. Y DA, A. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Ceres**, v. 62, n.01, p. 9-19, 2015.

COSTA, R. F.; PIRES, D. A. de A.; MOURA, M. M. A.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; TOLENTINO, D.C. In situ degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.38, p.171-176, 2016.

CUTRIM, D. O. ET AL. Elephant grass, sugarcane, and rice bran in diets for confined sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, p. 1855-1863, 2012.

DE LIMA JÚNIOR, D. M., DO NASCIMENTO RANGEL, A. H., URBANO, S. A., DE OLIVEIRA, J. P. F.; DE ARAÚJO, T. L. A. C. Silagem para vacas leiteiras no semiárido. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 2, p. 33-42, 2013.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A.C.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho - Características agronômicas e considerações. **Revista eletrônica de Veterinária**, v.10, p.1695-7504, 2009.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; LOPES, J.; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr., 2005.

FERREIRA, V.L. et al. Capim-elefante ensilado com a planta inteira de soja e fubá. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, n.2, p.9-15, 2017.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. J. **Planejamento da irrigação: Análise de decisão de investimento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 627 p.

GOBETTI, S. T. C.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.9 n.1 p. 225 - 239 Jan./Abr. 2013.

GOIS, G. C.; SANTOS, E. M.; SOUSA, W. H.; RAMOS, J. P. F.; AZEVEDO, P. S.; OLIVEIRA, J. S.; PEREIRA, G. A.; PERAZZO, A. F. Qualidade da carne de ovinos terminados em confinamento com dietas com silagens de diferentes cultivares de sorgo. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.6, p.1653-1659, 2017.

GOMEZ, S. M. KALAMANI, A. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* L.): A Nutritive Multipurpose Forage Legume for the Tropics - An Overview. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 2, n. 6, p.374-379, 2003.

JOBIM, C. C., NUSSIO, L. G., REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suppl. 0, p.101-119, 2007.

KUNG JR, L. et al. Silage additives. In: BUXTON, D.R et al. (Ed.). **Silage science and technology**. Wisconsin: ASA, p.305-360, 2003.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L. & MICHEL, M. C. **Princípios de Bioquímica**. 3.ed. São Paulo, Savier. 975p, 2002.

LOPES, E. A. et al. Adição da leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. cv. 1902) sobre os teores de proteína bruta e minerais na silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **PUBVET**, V. 4, N. 36, Ed. 141, Art. 951, 2010.

MACEDO, C. H. O. et al. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.371-382 abr./jun., 2012.

MACHADO, F. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; RODRIGUES, J. A. S.; RIBAS, M. N.; TEIXEIRA, A. M.; RIBEIRO JÚNIOR, G. O.; VELASCO, F. O.; GONÇALVES, L. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivos Brasileiro. Medicina Veterinária e Zootecnia** 66(1) 244-252, 2014.

MOTA, P. E. S. et al. Características Fermentativas da Silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Aditivos. **Revista Científica de Produção Animal**, v.14, n.2, p.133-137, 2012.

MONTEIRO, I. J. G.; ABREU, J. G. A.; CABRAL, L. S.; RIBEIRO, M. D.; REIS, R. H. P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.

MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, p.624-634, 2013.

MURTA, R. M.; CHAVES, M. A.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F.; NETO, A. L. R.; SANTOS, P. E. F. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1325-1332, 2011.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D. C. A.; BERNARDES, R. A.C.; ARBOITE, M. Z. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2002, 31, 1, 302-312.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. S.; SILVA, A. G.; MIYAGI, E. S.; OLIVEIRA, E. R.; PERÓN, H. J. M. C. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p.1003-1012, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O. Produção e valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas respectivas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010.

OLIVEIRA, B. S. et al.; Silage quality of six sorghum cultivars for sheep. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, p. 256-264, Feb. 2018 .

PACHECO, W. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PINTO, A. P.; EDVAN, R. L.; ARRUDA, P. C. L.; CARMO, A. B. R. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.155-162, 2014.

PARIZ, C. M., ANDREOTTI, M., BERGAMASCHINE, A. F., BUZETTI, S., NÍDIA RAQUEL COSTA, N. R., CAVALLINI, M. C., ULIAN, N. A., LUIGGI, F. G. Yield, chemical composition and chlorophyll relative content of Tanzania and Mombaça grasses 21 irrigated and fertilized with nitrogen after corn intercropping. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.4, p.728-738, 2011.

PARRELLA, R. A. da C. et al. Sorgo do plantio à colheita. 1ed. Viçosa, MG: UFV, 2014 p.169-187.

PAZIANI, S. F.; CAMPOS, F. P. Silagem de milho: ponto ideal de colheita e suas implicações. **Apta regional, Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 1, 2015.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S. C.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, out, 2013.

PEREIRA, L. G. R.; ARAGÃO, A. L. S.; SANTOS, R. D.; AZEVÊDO, J. A. G.; NEVES, A. L. A.; FERREIRA, A. L.; CHIZZOTTI, M. L. Desempenho produtivo de ovinos em confinamento alimentados com farelo de manga. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária Zootecnia**, v.65, n.3, p.675-680, 2013.

PINEDO, L.A. et al. Avaliação de níveis crescentes de guandu sobre as características bromatológica e qualidade fermentativas da silagem de sorgo. **PUBVET**, V. 6, N.22, Ed. 209, Art. 1395,2012.

PINHO, R. M. A. et al. Avaliação de genótipos de milheto para silagem no semiárido. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v.14, n.3, p.426-436 jul. / set. 2013.

PINTO, R. S. et al. Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes forrageiras. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 3, p. 124-136, 2012.

QUINTINO, A.C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C.; CABRAL, L. S.; GALATI, R. L. valor nutritivo de silagem de capim-piatã em monocultivo e em consórcio com sorgo de corte e pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 185-191, June 2016.

ROZANSK, S. et al. Carcass and meat traits, and non-carcass components of lambs fed ration containing increasing levels of urea. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1587-1604, maio/jun. 2017.

RÊGO, A. C.; PAIVA, P. C. A.; MUNIZ, J. A.; VAN CLEEF, E. H. C. B.; MACHADO NETO, O. R. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante com adição de vagem de algaroba triturada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 199-207, Mar. 2011.

RIBAS, M. N.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. MAURICIO, R. M.; Degradabilidade e cinética de fermentação ruminal das silagens de quatro híbridos de milho, avaliadas pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.2, 2007.

RIBAS, P.M. Sistema de produção. 4.ed.(Versão eletrônica). Local: Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo. Sem paginação. (Boletim técnico). 2008.

RIGUEIRA, J. P. S.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C., RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; CEZÁRIO, A. S. Soybean silage in the diet for beefcattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.37, p.61-65, 2015.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.2, p.49-55, jun. 2013.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; DANTAS, P.A.S.; DÓREA, J.R.R.; SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G.; LANA, R.P.; COSTA, R.G. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capimelefante com níveis de inclusão de jaca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* [online], v.9, n.1, p.64-73, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: guide for personal computer**; version 9.1. Cary, 235p. 2003.

SILVA, N.C.; REIS, J.; MAGALHÃES, R. Silagem consorciada de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e feijão guandu (*Cajanus cajan*) em diferentes proporções: produção e composição bromatológica. **PERQUIRERE Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v. 1, n.8, jul. 2011, pp. 213-222, 2011.

SILVA, T.C. et al. Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, 1886-1893, 2011.

SILVA, M. G. B.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; FACTORI, M. A.; FERNANDES, S. R. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento

com associações de milho e de sorgo secos e ensilados. **Synergis muss cyentifica**, 8:1- 3, 2014.

SILVA, E. E.; SILVA, R. C.; ARAUJO, D. R.; FIGUEIREDO, P. I.; FABRINA DE LIMA, F. S. Sistemas de captação de água *in situ* sobre o crescimento e rendimento do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento**, V.1, N.1, p.48-58, Nov. 2016.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.

SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

SOUZA, A. H. C.; FELIX, T. M. S.; MONTE, A. P. O.; QUEIROZ, M.A.A.; Mistura, C; BENICIO, C. A. ; MENDES, C.Q. Productivity and morphological characteristics of buffel grass intercropped with butterfly pea under shade conditions. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 4, p. 979-990, 2017.

STELLA, L. A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J.; Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, n.1, p.73-79, 2016.

TEIXEIRA, A.H.C. **Informações agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Documentos [da] Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, n. 233, p. 1 - 21, 2010.

TERRA, T. G. R. et al. Desenvolvimento e produtividade de sorgo em função de diferentes densidades de plantas. **Biosci. J.**, v. 26, n. 2, p. 208-215, Mar./Apr. 2010.

TREVISOLI, F. C. A. Características fermentativas e composição bromatológica da silagem de cultivares de milho com inclusão de casca de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.3, p.435-442, 2014.

TOLK, J. A.; HOWELL, T. A.; MILLER, F. R. Yield component analysis of grain sorghum grown under water stress. **Field Crops Research**. 145:44-51, 2013.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

TOMICH, T. R; PEREIRA, L. G. R; GONÇALVES, L. C; TOMICH, R. G. P; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: Uma proposta para qualificação da fermentação**. Embrapa Pantanal, 2003.

VALES, S. M. Maciel. **Administração rural**. Universidade Brasília, 1998. v.2, 66p.

VIEIRA, F. A. P.; BORGES, I.; STEHLING, C. A. V.; GONÇALVES, L. C.; COELHO, S. G.; FERREIRA, M. I. C.; RODRIGUES, J. A. S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,v. 56, n. 6, 2004.

VON PINHO, R. G.; FIORINI, I. V. A.; SANTOS, A. O. Botânica In: BOREM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARELLA, R. A. C. (eds). **Sorgo do Plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, p.37-57, 2014.

WILSON, R. F.; WILKINS, R. J. The ensilage of autumn sownrye. **Journal of British Grassland Society**, v. 27, n. 1, p. 35-41, 1972.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZIGUER, E.A.; TONIETO, S.R.;PFEIFER, L.F.M.; BERMUDEZ, R.F.;SCHWEGLER, E.; CORRÊA, M.N.;DIONELLLO, N.J.L. Resultados

econômicos da produção de cordeiros em confinamento utilizando na dieta casca de soja associada a quatro fontes de nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9,p.2058-2065, 2011.

## 11. ANEXOS

### Preparo da área experimental na UNEB em Juazeiro-BA



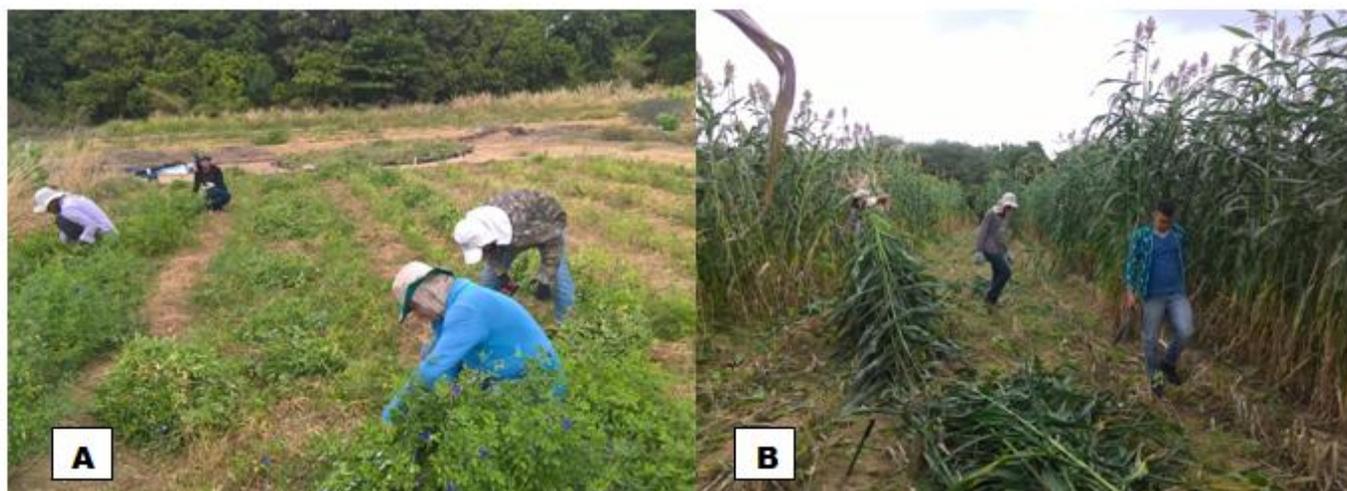
### Sistema de irrigação e fertirrigação na área experimental UNEB em Juazeiro-BA



Plantio Sorgo (A) e Cunhã (B) na área experimental UNEB em Juazeiro-BA.



Corte da cunhã (A) e do sorgo (B) na área experimental da UNEB em Juazeiro-BA



Silagem do primeiro corte (A) e Rebrota (B) após abertura na UNIVASF em Petrolina-PE

