



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO NO
AGRESTE PARAIBANO**

RICARDO SANTOS DE ARAÚJO

**AREIA
2020**

RICARDO SANTOS DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO NO
AGRESTE PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia pela Universidade da
Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

**AREIA
2020**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A663a Araújo, Ricardo Santos de.

Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro
no agreste paraibano / Ricardo Santos de Araújo. -
Areia:UFPB/CCA, 2020.

37 f. : il.

Orientação: Edson Mauro Santos.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA-AREIA.

1. Zootecnia. 2. Adubação. 3. Constituintes
morfológicos. 4. Massa de forragem. 5. Sorghum bicolor.
I. Santos, Edson Mauro. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

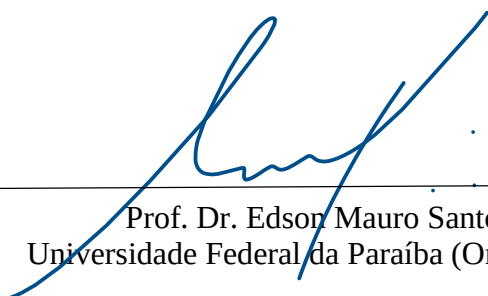
RICARDO SANTOS DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO
NO AGRESTE PARAIBANO**

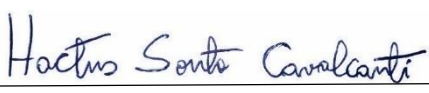
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a banca examinadora como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

Aprovado em **01 de dezembro de 2020.**

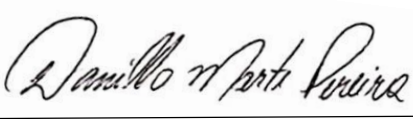
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Universidade Federal da Paraíba (Orientador)



MSc. Hactus Souto Cavalcanti
Universidade Federal da Paraíba (Examinador)



MSc. Danillo Marte Pereira
Universidade Federal da Paraíba (Examinador)

À minha mãe Dona Neném, meu pai Sales,
minha tia Jacira, demais familiares e amigos,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela dádiva de poder acordar todos os dias e fazer das minhas escolhas ações para o meu futuro, me proteger e me guiar nos caminhos que escolhemos e nos que acabamos por seguir por obra das circunstâncias impostas pela vida.

A minha família, alicerce da minha vida, no qual me apoiam independente das minhas escolhas, mas sempre aconselhando o que vem a ser o melhor, em especial minha mãe, Edinalva Maria dos Santos (Dona Neném), grato por tudo o que faz por mim, com toda sua humildade e simplicidade sempre buscando o nosso melhor, e se preocupando com seus dois filhos, eu meu irmão. Ao meu pai por todo o apoio e incentivo para poder continuar os estudos, a minha tia Jacira por ser a minha segunda mãe e estar sempre disposta a ajudar sempre que necessário, a meu irmão Rafael pelo apoio, a Melissa e Melina por fazerem dos meus momentos no sítio mais alegres e Melina por resolver minhas obrigações em casa quando estava em Areia, lhe apertando para isso e aquilo. Aos demais familiares por todo o apoio e dedicação em todas as horas em que tiveram a oportunidade.

Aos professores do Curso de Zootecnia da UFPB, que contribuíram ao longo desses semestres, por meio das disciplinas e debates, ensinamentos que foram além do âmbito profissional, nos proporcionando um ambiente para o desenvolvimento das nossas capacidades profissionais e pessoais, a eles o meu muito obrigado.

Ao professor Edson Mauro Santos, que em sabedoria deu todo suporte para realização desta etapa de suma importância pra minha vida.

A Hactus Souto Cavalcanti, por toda ajuda prestada em auxílio, para melhoria e conclusão do trabalho em tempo hábil.

Aos funcionários da UFPB, pela presteza e qualidade dos serviços e atendimento quando nos foi necessário.

Sobre minha turma 15.1, Laíla, Gabriella, Guilherme, Júlia, Sérgio, Ronaldo, Pedro, Ítalo, Zé Dudu, Larissa, Déborah, Luany, Natália, Cynthia, Danielle, acho que não poderia ter sido presenteado com outra melhor, cada um com suas particularidades pessoais, o que os tornaram únicos para mim, pelo empenho profissional de cada um, sei que a maioria vai seguir engajada na defesa e na atuação na Zootecnia mundo a fora.

Ao popular grupo de amigos “Catxorys” unidos pela resenha, afinidade pessoal e companheirismo, formado nos primeiros dias de aula. Meus agradecimentos a Deus por colocar pessoas determinadas no meu caminho.

Ao grupo turma do gado, eita danado... a gente tem história viu? Obrigado por terem me acolhido, meu amigo Ataliba pelas bolachas e conversas e por dividir a beliche comigo, a Arnon, Ricardinho, Renato, Naldinho, Hugo e Henrique por todos os momentos juntos e por terem participado ativamente da minha formação pessoal na graduação. Ao meu amigo Rodolfo Amorim (*in memoriam*) que partiu precocemente para junto do senhor, obrigado por todos os ensinamentos e conversas sobre a vida, você foi uma pessoa iluminada que amava o que fazia. Deus sabe de todas coisas, obrigado meus amigos.

Aos amigos do grupo Mãe de Pantana, companheiros que permaneceram unidos ao longo desses anos, Tallin, Renata, Roberta, Mikaela, Marianne, Silvânia e José Mário, obrigado galerinha por estarem sempre presentes, vamos já comemorar.

Aos amigos que fui conhecendo ao longo da graduação, dentre eles: Wellington Cordeiro, Josê Kellvin, Kleber, Renan, Karollyne, Isabelle, Layse Fialho, Danrley, Geni, Glenda, Pedro Júnior e demais que participaram de forma direta e indireta da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características produtivas e morfológicas dos cultivares de sorgo forrageiro com e sem adubação mineral no agreste paraibano. O experimento foi desenvolvido no período de março a agosto de 2019. Foram utilizados os cultivares de *Sorghum bicolor* BRS Ponta Negra (PN), Roxo (RX), Santa Eliza (SE) e Gigante Boliviano (GB). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial de 4×2 com quatro repetições. Foram avaliados quatro cultivares (PN, RX, SE e GB) e duas adubações (com e sem). O adubo mineral utilizado foi calculado de forma que fornecesse 20 kg de nitrogênio (N), 50 kg de fósforo (P) e 40 kg de potássio (K). Foram realizadas avaliações a campo de pesagem de massa de forragem para determinar produtividade de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS), descrição da altura da planta (AP), separação e pesagem das partes constituintes da planta em colmo (CO), lâmina foliar (LF) e panícula (PA). Foram feitas avaliações laboratoriais para determinar o teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, foram feitos os desdobramentos das interações com as médias sendo distinguidas pelo teste de Tukey. Tais procedimentos foram realizados com auxílio do pacote estatístico R considerando $P < 0,05$. Foi observada interação de adubo x cultivar para a PMV ($P = 0,0589$) onde os cultivares de maior produção foram o PN e GB (42,8 e 39,1 t MV ha⁻¹), seguidos do SE (35,7 t MV ha⁻¹), todos com adubação. A PMS apresentou interação adubo x cultivar ($P = 0,0051$), em que os cultivares mais produtivos foram o GB e PN adubados (14,1 e 11,1 t MS ha⁻¹, respectivamente). Para as características morfológicas observaram-se efeitos isolados para adubo e cultivar ($P < 0,05$). A AP foi maior no cultivar GB, seguidos do RX e SE, sendo o PN o menor. O CO das plantas foi similar, com maior percentual nos cultivares PN, GB e RX. Observou-se maior proporção de LF nos cultivares PN e GB, seguidos do SE e RX. Não observou-se efeito de cultivar para a variável de PA ($P = 0,6038$). Os efeitos de adubo foram verificados nas variáveis morfológicas, onde os cultivares adubados tiveram maior AP, percentual de CO, menor percentual de LF e de PA ($P < 0,05$). Com relação à composição bromatológica observou-se efeito de cultivar para o teor de MS ($P < 0,0001$) e FDN ($P = 0,0006$), onde os cultivares GB, SE e RX apresentaram os maiores valores, seguidos do PN. O teor de PB não apresentou efeito de adubo, cultivar nem interação adubo x cultivar ($P > 0,05$). A adubação de implantação aumentou o potencial produtivo dos cultivares, onde os mais produtivos foram o Ponta Negra e Gigante Boliviano, porém, ao se considerar a utilização destes cultivares para ensilagem há limitações com relação ao teor de matéria seca que precisam ser corrigidas por meio de aditivos.

Palavras-Chave: Adubação. Constituintes morfológicos. Massa de forragem. *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the productive and morphological characteristics of cultivars of forage sorghum with and without mineral fertilization in the Agreste of Paraíba. The experiment was carried out from March to August 2019. It were used the cultivars of *Sorghum bicolor* BRS Ponta Negra (PN), Roxo (RX), Santa Eliza (SE) and Gigante Boliviano (GB). A randomized block design with a 4×2 factorial arrangement with four replications was used. It were evaluated four cultivars (PN, RX, SE and GB) and two fertilizations (with and without). The mineral fertilizer used was calculated to provide 20 kg of nitrogen (N), 50 kg of phosphorus (P) and 40 kg of potassium (K), being used urea as a sources for N; triple superphosphate for P e; potassium chloride for K. It was evaluated the fresh matter productivity (FMP) and dry matter productivity (DMP) getting the weight of forage mass at field. It was measured the plant height (PH) and then was performed the separation and weighing of the morphological parts as stem (S), leaf blade (LB) and panicle (PA). Laboratory evaluations were made to determine the dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) contents. The data obtained were subjected to analysis of variance and, when differences were observed, the interactions were sliced. Means were distinguished by Tukey's test. These analysis were performed with the aim of R statistical package considering a significance of $P < 0.05$. It was observed the interaction between fertilizer x cultivar for FMP variables ($P = 0.0589$) where the cultivars with higher production were PN and GB (42.8 and 39.1 t FM ha⁻¹, respectively), followed by SE (35.7 t FM ha⁻¹), all receiving fertilization. The DMP showed a fertilizer x cultivar interaction ($P = 0.0051$), in which the most productive cultivars were GB and PN fertilized (14.1 e 11.1 t DM ha⁻¹, respectively). For the morphological characteristics were observed isolated effects for fertilizer and cultivar ($P < 0.05$). PH was higher in GB cultivar, followed by RX and SE, with PN being the lower value. The S percentage was similar, with a higher percentage in the cultivars PN, GB and RX. A higher proportion of LB was observed in the cultivars PN and GB, followed by SE and RX. There was no effect of cultivar for the PA variable ($P = 0.6038$). The fertilizer effects were verified in the morphological variables, where the fertilized cultivars had higher PH, percentage of S, lower percentage of LB and PA ($P < 0.05$). Regarding the bromatological composition, an effect of cultivar was observed for the content of DM ($P < 0.0001$) and NDF ($P = 0.0006$), where the cultivars GB, SE and RX presented the highest values, followed by PN. The CP content did not show any effect of fertilizer, cultivar or interaction between fertilizer and cultivar ($P > 0.05$). The fertilization performed at sowing increased the productive potential of the genotypes, where the most productive were Ponta Negra and Gigante Boliviano. However, when consider to using these cultivars for ensiling, there are limitations regarding the dry matter content which need to be corrected with additives.

Keywords: Fertilizing. Forage mass. Morphological constituents. *Sorghum bicolor*.

LISTA DE ILUTRAÇÕES

Figura 1. Distribuição da precipitação pluviométrica para cidade de Mari no ano de 2019.....	20
Figura 2. Arranjo do delineamento experimental a campo.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores da análise de Amostra de perfil do solo de 10 cm de profundidade, para os parâmetros de Potencial hidrogeniônico (PH) Fósforo (P) Potássio (K^+) Hidrogênio (H^+) Alumínio (AL^{+3}) Cálcio (CA^{+2}) Soma de bases (SB) Capacidade de troca de cátions (CTC) e Matéria orgânica (MO).....21

Tabela 2. Médias de altura da planta, e participação em porcentagem dos constituintes da planta, segregados em colmo, lâmina foliar e panícula para os cultivares Roxo, Santa Eliza, Ponta Negra e Gigante Boliviano, e médias dos cultivares com e sem adubação.....23

Tabela 3. Peso de massa de forragem de um metro linear (PML), produção de massa verde por hectare (PMV) e produção de matéria seca de forragem por hectare (PMS) para os cultivares Roxo, Santa Eliza, Ponta Negra e Gigante Boliviano com e sem adubação.....26

Tabela 4. Médias de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, para os cultivares Roxo, Santa Eliza, Ponta Negra e Gigante Boliviano com e sem adubação.....29

LISTA DE ABREVIACÕES

cm = Centímetros

GB = Gigante Boliviano

g/kg = Grama por quilo

m = Metros

Mg/dm³ = Miligrama por decímetro cúbico

mm= Milímetros

MS= matéria seca

NNP = Nitrogênio não-proteico

Nº= Número

P = probabilidade

PN = Ponta Negra

RX = Roxo

SE = Santa Eliza

LISTA DE SÍMBOLOS

% = Porcentagem

V% = Saturação por bases

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Cultura do sorgo	15
2.2 Importância econômica.....	15
2.3 Formas de utilização do sorgo	16
2.4 Adubação mineral no cultivo do sorgo	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Local	19
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	20
3.3 Plantio e adubação	21
3.4 Avaliações realizadas.....	22
3.5 Análise estatística	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

O sorgo é uma importante cultura agrícola para o Brasil, por apresentar boas características de produtividade e adaptabilidade, principalmente na região mais seca do país, o Nordeste, onde é principalmente cultivado para suprir a demanda forrageira dos rebanhos bovinos, caprinos e ovinos da região. O sorgo se apresenta bastante resistente a baixas precipitações pluviais e altas temperaturas durante seu período de cultivo, fato devido, principalmente, a ser originário da África, de regiões semiáridas e quentes. (Borém; Pimentel; Parrella, 2014).

O sorgo, que atualmente tem por nome científico *Sorghum bicolor* (L.) Moench, é uma planta resultante de domesticação, que passou por processos de seleção e melhoramento afim de alcançar alta produtividade de forragem para atender as demandas da alimentação animal e, alta produtividade de grãos para servir como opção para substituição dos cereais convencionais. Dentre os diversos tipos de sorgo, destaca-se o granífero, o sacarino e o forrageiro. O sorgo granífero é caracterizado por ser de porte baixo e alta produção de grãos, o sorgo tipo sacarino tem porte alto e colmos com alta concentração de açúcares, sendo utilizado para geração de biocombustíveis e, o sorgo forrageiro, apresenta porte alto, boa relação folha/colmo, e é utilizado para a produção de silagem, sendo este último o principal tipo cultivado na região Nordeste.

O sorgo forrageiro apresenta um grande número de cultivares. As cultivares Roxo e Ponta Negra são destaque na mesorregião do Cariri da Paraíba por apresentar boa produção de matéria verde ensilada. A cultivar IAC Santa Eliza vem sendo bastante utilizada na região, pois apresenta grande potencial produtivo de massa de forragem e proteína bruta. Além desses cultivares já bem estabelecidos, grandes empresas do agronegócio procuram constantemente genótipos mais produtivos e mais resistentes a restrição hídrica, acamamento e pragas que acometem a maioria das gramíneas. Com isso, o surgimento de novos híbridos como o Gigante Boliviano (Agri002E) vem ganhando destaque no mercado por apresentar produção por área muito superior as demais cultivares.

Dentre as principais formas de utilização do sorgo no Brasil, no Nordeste brasileiro tem-se a prática de produzi-lo como volumoso complementar visando a produção de silagem, visto que sua produção concentra-se no período chuvoso, época na qual o sorgo forrageiro pode apresentar elevadas produtividades de MS ha⁻¹. Perazzo et al. (2017) avaliou o comportamento agrônomo de híbridos de sorgo forrageiro em condição de sequeiro e observaram uma

produção de até 14 t MS ha⁻¹ no primeiro ciclo da cultura. Cunha & Lima (2010) avaliando genótipos de sorgo no Rio Grande do Norte, destacou produtividade de até 26 t MS ha⁻¹.

Portanto, a cultura do sorgo pode apresentar melhor desempenho quando se avalia as condições do solo da área de plantio, corrigindo o mesmo se necessário, e realizando a adubação mineral para maximizar o desenvolvimento das plantas a campo.

Apesar de tolerar condições de baixa fertilidade de solo, o sorgo pode ser bastante exigente em nutrientes. Assim, a adubação mineral, é uma importante ferramenta de manejo que visa aumentar a produtividade da cultura. Em regiões semiáridas, onde se há pouca disponibilidade de áreas de maior fertilidade, o incremento produtivo causado pela adubação garante a intensificação da produção, tornando a propriedade mais competitiva. Além disso, a adubação mineral garante reposição de nutrientes ao solo, já que o sorgo apresenta altos níveis de extração de macronutrientes como potássio e nitrogênio, quando não se é reintroduzida a palhada (Albuquerque,; Camargo; Souza, 2013).

Alguns autores tem relatado mudanças fisiológicas no sorgo em função da adubação, já que muitos nutrientes, principalmente os essenciais, são fatores chaves de diversos processos fisiológicos nas plantas. O nitrogênio, é considerado um elemento essencial para as plantas e, muitas vezes, é fator limitante na produção, pois sua composição está presente nas mais importantes biomoléculas, como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (Mifflin & Lea, 1976; Harper, 1994).

O fósforo e o potássio também estão ligados a processos fisiológicos. O fósforo está associado ao processo fisiológico da fotossíntese, respiração, além disso, está presente na composição de proteínas, coenzimas e ácidos nucleicos, e tem papel fundamental no armazenamento de energia na planta. O potássio, por sua vez, tem papel fundamental no funcionamento celular (bomba de sódio e potássio) e atua na regulação da abertura e do fechamento estomático, resultando em maior tolerância à seca (Borém; Pimentel; Parrella, 2014).

O eficiente sistema radicular da planta de sorgo permite absorção de água e nutrientes que em quantidades adequadas no solo, possibilitam um maior acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea, aumentando componentes específicos como carboidratos solúveis, em função de um caule mais espesso, que contribui para uma boa fermentação quando se visa a ensilagem. Melhora o valor nutritivo pelo aumento da proporção de panícula, que possui maiores níveis da PB, digestibilidade e quantidade de MS da forragem (Silva et al., 2011).

Objetivou-se avaliar o potencial agrônomo de cultivares de sorgo forrageiro submetidos a adubação mineral no período chuvoso no Agreste Paraibano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do sorgo

O sorgo é uma planta de origem Africana, provavelmente das regiões da Etiópia e Sudão, onde, atualmente, encontra-se a maior variabilidade de espécies silvestres e cultivadas. É uma cultura que já teve diversos nomes científicos e, após várias mudanças, tem atualmente a seguinte classificação taxonômica: Reino: Plantae; Filo: Magnoliophyta; Classe: Angiospermas, Monocotiledônia; Ordem: Poales; Família: Poaceae; Gênero: *Sorghum*; Espécie: *Sorghum bicolor* (Borém; Pimentel; Parrella, 2014).

A domesticação do sorgo, segundo registros antigos, se deu por volta de 3000 a. C. no Egito antigo e Etiópia, cuja época estava-se cultivando cereais. As rotas de disseminação da cultura atingiram regiões como Índia e China inicialmente, e posterior chegada as Américas, acredita-se que pela introdução na América Central no Caribe, chegando até os Estados Unidos, onde sofreu intenso processo de melhoramento genético e criação de novos híbridos de sorgo mais produtivos (Motta Ribas, 2003).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma planta adaptada à períodos de estiagem em climas secos, tendo seu desenvolvimento favorecido na região Nordeste por seu particular clima semiárido, que abrange cerca de 86,48% da região, compreendendo os estados de Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Alagoas, Bahia (IPA, 2013). A morfologia da planta atual de sorgo e o seu método de cultivo se assemelha ao identificado na África oriental, mas sabendo-se que muito dos cultivares selvagens foram domesticados no Noroeste da África (Borém; Pimentel; Parrella, 2014).

Devido ao melhoramento genético realizado no sorgo, a planta apresenta algumas características fisiológicas que, permitem paralisar o crescimento ou diminuir as atividades metabólicas durante estresse hídrico, reiniciando o crescimento quando a água se torna disponível (Masojidek et al., 1991). A diminuição do potencial hídrico garante a manutenção da turgescência e movimento de água nas folhas, pela concentração de solutos solúveis na célula, sendo açúcares, substâncias inorgânicas e aminoácidos os principais precursores desse ajuste (Turner, 2018). O estágio de desenvolvimento da planta influencia a ação de alguns mecanismos, tais como, fechamento estomático, que ocorre quando é identificada situação de estresse hídrico, diminuindo a evapotranspiração foliar. Por isso, o sorgo é uma planta adaptada ao estresse hídrico e vem sendo amplamente utilizada no Semiárido brasileiro.

O sorgo possui diversas funções de utilização, como os cultivares destinados à produção de grãos (granífero), corte e pastejo (forrageiro) e para a produção de biocombustíveis

(sacarinos). O grão de sorgo é um cereal rico em amido e corresponde a cerca de 80% da energia do milho, seu cultivo em áreas do Brasil central se dá em sucessão a culturas de verão, e no nordeste no período das chuvas verão-inverno para confecção de silagem, para alimentação animal (Motta Ribas, 2003), com custos de produção reduzidos e maior segurança de colheita, quando há probabilidade de déficit hídrico.

2.3 Formas de utilização do sorgo

A redução da oferta de forragem em certos períodos do ano é consequência da irregularidade de chuvas e do clima que ocorre na região Nordeste, e com isso o uso de forrageiras adaptadas a essas condições é imprescindível, sendo o *Sorghum bicolor* L. Moench uma ótima alternativa (Elias et al., 2017).

O uso da silagem tem se tornado uma importante ferramenta para o produtor como alternativa de preservar o valor nutricional das gramíneas produzidas no período de maior disponibilidade hídrica, agregado a um baixo custo da tonelada de matéria verde produzida, pois dispensa o uso de sistemas de irrigação (Viana et al., 2014). Além disso, vale ressaltar a importância de um processo de ensilagem bem conduzido, onde o maquinário utilizado deve garantir que haja um corte rápido, uniforme em tamanho de partícula, que tenha uma boa compactação e, principalmente, que seja de baixo custo, a depender da quantidade de mão-de-obra empregada.

Skonieski et al. (2010), cita que a escolha de uma cultivar para plantio deve estar ligado as características agrônômicas da planta, tais como colmo rico em carboidratos, alta produção de matéria verde, grãos, e resistência a pragas e doenças. A cultivar escolhida e o manejo empregado no cultivo determina o valor nutricional da planta ao final, e consequentemente o desempenho produtivo dos animais, sendo necessário estudos para determinar quais cultivares são melhores para cada situação (Alcântara et al., 2011).

O sorgo sacarino, por sua vez, se assemelha a cana-de-açúcar devido a sua característica de colmos que podem ser triturados para obtenção de açúcares que estão na planta em proporção de 14 a 19%, que se fermentado, é destinado a produção de etanol (Schaffert E Borgonovi, 1977). Outros benefícios do sorgo em relação a cana de açúcar é o seu tempo de cultivo menor, o que possibilita o funcionamento de pequenas destilarias na entressafra da cana, além do aproveitamento dos grãos para alimentação animal (IPA 2013).

A planta de sorgo se torna indispensável na alimentação animal, por se apresentar bastante produtiva, digestível e possuir um valor nutricional interessante em energia e proteína bruta,

podendo ser utilizada principalmente na entre safra com o pastejo direto ou na oferta de silagem aos animais confinados (Buso et al., 2011).

Ainda segundo Church (1988), uma dieta para ruminantes deve conter níveis de proteína bruta (PB) acima de 7% para manter a microbiota ruminal ativa. Os valores médios de PB encontrados em cultivares de sorgo variam bastante, entre 3 à 10% a depender da cultivar e do manejo empregado, sendo necessária a suplementação de PB ou nitrogênio não-proteico (NNP) via concentrado aos animais.

O sorgo forrageiro tem se tornado importante alternativa de oferta de volumoso a ruminantes no período de escassez de alimentos, no qual um hectare de sorgo produzindo em média treze toneladas de matéria seca, supre a necessidade alimentar de oito unidades animal (UA) consumindo 2,5% do peso corporal (PC) durante um período de 150 dias (IPA, 2013).

O uso de diferentes forrageiras ou genótipos de sorgo para obtenção de forragem de qualidade, possibilita o maior conhecimento sobre a variabilidade dos fatores de produção, como custo do quilo de matéria verde e eficiência alimentar. Ovinos confinados recebendo silagem de sorgo produzida em sistema de sequeiro, apresentaram valores satisfatórios de ganho peso, e um menor custo de produção, se tornando viável o uso do sorgo como volumoso de qualidade para confinamentos (Cândido et al., 2015).

O uso do confinamento para cordeiros recém desmamados alimentados com silagem de sorgo e concentrado, confere ganhos de peso próximo a 200 g dia⁻¹, possibilitando o abate de animais jovens, com qualidade de carcaça, eficiência alimentar e custos de produção semelhantes a animais alimentados com silagem de milho (Retore et al., 2020).

Segundo Silva (2017), avaliando o desempenho produtivo de cabras leiteiras no Cariri paraibano, foi observado significativa melhoria na viabilidade econômica, quando utilizado a silagem do sorgo forrageiro como uma fonte de volumoso associado a proporções de palma forrageira e feno de capim-buffel na dieta.

2.4 Adubação mineral no cultivo do sorgo

O cultivo e desenvolvimento do sorgo, como as demais culturas, é dependente principalmente das condições do solo, que apresentam diferenças nas reservas totais, capacidade de mobilidade e fixação dos nutrientes às raízes, sendo necessário a diagnose do estado de fertilidade do solo, para maximizar a eficiência da correção e aplicação de fertilizantes (Casela et al., 2007).

A crescente demanda por alimento para os animais ruminantes, torna necessário o aumento na exploração de áreas cultiváveis, aumentando a produtividade por área. Conhecendo

os níveis de extração de nutrientes das culturas implantadas, que segundo Casela et al. (2007) para a planta de sorgo, são extraídos altas quantidades de N, P, K, Ca e Mg, são recomendadas a adubação mineral em quantidades de 20 kg N, 70 kg P_2O_5 e 30 kg K_2O para produtividades abaixo de 50 t MV ha^{-1} de sorgo forrageiro em solos de baixa fertilidade, além da correção do pH e da soma de bases, que deve estar acima de 75% para cultura do sorgo (EMBRAPA, 2017) para não esgotar as reservas de nutrientes do solo, uma vez que toda a planta é retirada da área (Santos et al., 2019).

A adubação mineral aplicada na cultura do sorgo, proporciona ganhos em produtividade que variam conforme as condições de cultivo, contudo, foi observado por Macedo et al. (2012) incremento produtivo de 42,05% na produção de matéria verde (PMV) por hectare, em ponto máximo de aplicação de N de 143,19 kg, em região semiárida da Paraíba em cultivo de sequeiro. Já Júlio et al., ([s.d.]) evidencia a importância da adubação fosfatada para o sorgo no momento do plantio, conferindo incremento produtivo de 5.479 a 6.177 kg de MS ha^{-1} em dose de 50 kg P ha^{-1} em relação a nível 0 de aplicação de P ha^{-1} .

Além do aumento da produtividade de MS, também é observado variação nos constituintes morfológicos da planta de sorgo em função dos níveis de adubação. Foi observado por Macedo et al. (2012) aumento no constituinte panícula na planta de sorgo, com a aplicação de doses crescentes de N, favorecendo o aumento da percentagem de MS em 11,88% na planta inteira, que segundo Gontijo Neto et al. (2004) este aumento na proporção de panícula é o principal responsável pela elevação da MS total.

No sorgo forrageiro de porte alto, com adubação de manutenção, é observado principalmente aumento na porção de colmo, que tem correlação positiva com altura da planta, e produção de matéria verde por hectare, justificando a variação positiva na proporção de colmo, em função de doses crescentes de adubação e condições de clima adequadas (Oliveira et al., 2005). Sendo o colmo a parte de menor valor nutritivo da planta de sorgo (Cummins 1972), o seu aumento tem correlação negativa com produção de panículas e, com isso, há diminuição do percentual de MS e do valor nutritivo da forragem, pela maior produção de fibra (FDN) e indigestibilidade desta.

2.2 Importância econômica

Por ser bem adaptado às condições de déficit hídrico, o sorgo tem obtido bons resultados e ganhado destaque na economia. A área cultivada de sorgo grânifero em 2018 corresponde a aproximadamente 794.550 ha com um rendimento médio de grãos colhidos de 2.864 kg/ha gerando uma renda de 751.858.000 (setecentos e cinquenta e um milhões, oitocentos e

cinquenta e oito mil reais) reais (IBGE, 2019). Com relação aos cultivares forrageiros, observa-se uma crescente demanda em função das vantagens da cultura do sorgo em relação ao milho e, como consequência disso, tem-se maiores áreas cultivadas. Apesar disso, a silagem de sorgo é a segunda mais utilizada no Brasil, perdendo apenas para a silagem de milho, a qual apresenta valor nutricional superior ao sorgo (Daniel et al., 2019). O impacto disso na economia é o incremento produtivo e financeiro para regiões que não tem aptidão para produção do milho, aumentando os rendimentos na pecuária de pequenas à grandes propriedades.

No Nordeste a partir das condições climáticas muitas vezes desfavoráveis, impossibilitam fazendas de produzirem seu volumoso, com isso a demanda pela compra de forragem no período de maior escassez vem aumentando (Michel et. al., 2017). A principal forma de comercialização vem sendo a silagem realocada, na forma de sacos plásticos ou grandes quantidades transportadas a granel em carretas.

A realocação de forma correta destas silagens garantem uma maior segurança do material comercializado, por obedecer processos semelhantes ao de fabricação do silo inicialmente. Contudo, ainda são observadas perdas do material realocado, que varia principalmente pela qualidade inicial da silagem (Da Silva et al., 2019). Essa prática vem se tornando rotineira entre médios produtores, que utilizam de equipamentos já existentes para confecção desta silagem, para comercialização principalmente para alimentação de rebanho bovino.

A comercialização da silagem na forma de realocação, auxilia na renda de algumas fazendas produtoras de forragem, que reinvestem grande parte dos lucros, aprimorando os processos de ensilagem e garantindo oferta de qualidade do material comercializado, que pode chegar a valores de R\$ 250,00 até R\$ 400,00 reais a tonelada de MV.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O estudo foi desenvolvido no município Mari, localizado na região Nordeste no estado da Paraíba (latitude: 07° 03' 36" S; longitude: 35° 19' 10" W e altitude de 143 m). O clima é caracterizado como As segundo Koppën, apresentando verão seco e precipitação pluvial no outono-inverno, variando de 750 a 1500 mm ano⁻¹ (Alvares et al., 2013). Está apresentada na figura 1 a distribuição da precipitação pluvial para o período experimental, no qual registrou acumulado de 629,4 mm de abril a agosto de 2019. Na figura 2 está apresentado o arranjo experimental dos tratamentos no campo. O sorgo foi cultivado em uma área particular na zona

rural do município de Mari, no sítio Lagoa de Felix, contando com uma área experimental de 880 m².

Figura 1: Distribuição da precipitação pluvial para cidade de Mari no ano de 2019.

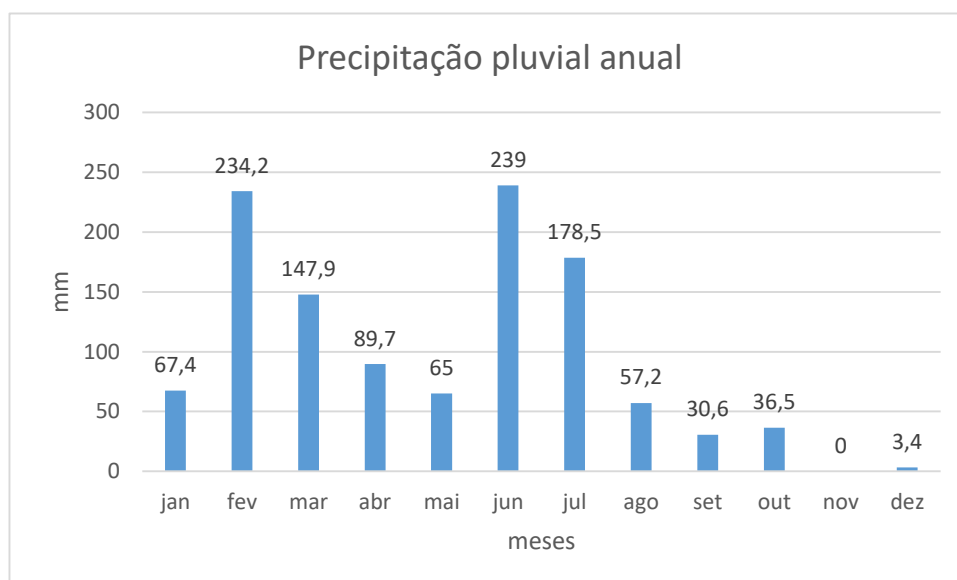
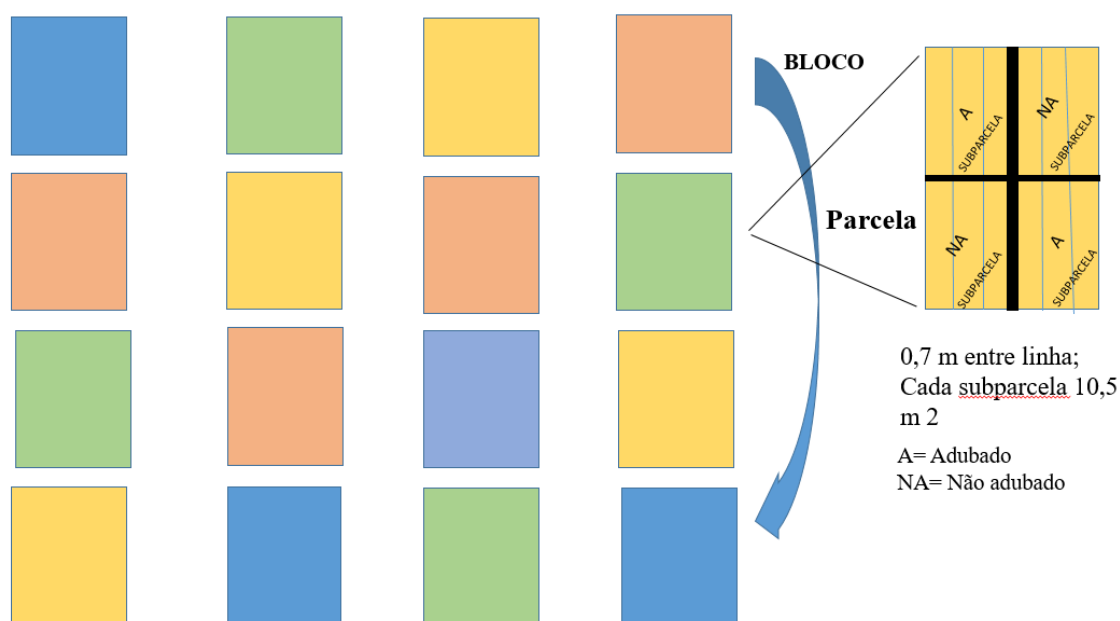


Figura 2: Arranjo do delineamento experimental a nível de campo.



3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em um delineamento de blocos casualizados, utilizando um esquema fatorial de 4 x 2 com 4 repetições. O fator A foi considerado como sendo 4 cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*) e o fator B como sendo a presença ou ausência de

adubação mineral na implantação. Os cultivares foram escolhidos com base em observações de mercado das regiões de maior cultivo dessa cultura, sendo os mais utilizados no Cariri Paraibano, o BRS Ponta Negra (PN), IAC Santa Eliza (SE) e Roxo (RX), além de um cultivar recém-lançado de dupla aptidão (sacarino e forrageiro), o Agri 002E, popularmente conhecido como gigante boliviano (GB).

3.3 Plantio e adubação

O plantio ocorreu no dia 16 de Abril de 2019, em parcelas de 4,2 m x 10 m, divididas em 2 subparcelas (com e sem adubação de fundação) tendo mais 2 subparcelas como repetição das primeiras. Respeitou-se um espaçamento de 0,7m entre linhas, com 20 sementes por metro linear, totalizando uma densidade de plantio de 285.700 plantas por hectare, sem haver necessidade do desbaste após a germinação. O plantio ocorreu de forma manual, primeiro colocou-se o adubo mineral no fundo sulco, seguido com uma camada de terra de aproximadamente 3 cm por cima, após isso, foram colocadas as sementes linearmente no sulco, seguindo-se com outra camada de terra de aproximadamente 1 cm sobre as sementes, os sulcos foram feitos com arado de disco acoplado em trator.

Elaborados os cálculos de densidade de plantas por hectare, foi ajustada a quantidade de adubo necessária para aplicar na área experimental de 880 m², contabilizando uma aplicação (após a mistura dos adubos) de 10 gramas por metro linear, aplicada no fundo do sulco de plantio, totalizando 154 kg de adubo hectare. A partir da interpretação do laudo da análise de solo da área experimental (Tabela 1), foi recomendada uma adubação para produção mínima esperada da cultura com um solo corrigido, segundo o manual de recomendação de calagem e adubação do Pernambuco (IPA 2008). Seguindo tais recomendações, foram aplicados 20 kg de nitrogênio (N), 50 kg de fósforo (P) e 40 kg de potássio (K) ha⁻¹, sendo utilizados como fertilizantes a ureia (45% N), o superfosfato triplo (52% P 12% N 19% K 8% Ca) e o cloreto de potássio (60% K).

Tabela 1. Valores da análise de amostra de perfil do solo de 0 a 10 cm de profundidade, para os parâmetros de potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K⁺) hidrogênio (H⁺) e alumínio (AL⁺³) trocável, cálcio (CA⁺²), magnésio (Mg⁺), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e matéria orgânica (MO).

Variáveis		P	K ⁺	H ⁺ + AL ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺	CTC	V%	MO
	pH	----- mg/dm ³ -----		----- cmol/dm ³ -----				%	g kg ⁻¹
Amostra solo	5,1	5,96	31,36	4,82	0,96	0,7	6,58	28	16

3.4 Avaliações realizadas

Para estimar a produção de biomassa foi utilizado os valores da massa de forragem aos 100 dias após plantio, a partir de duas amostragens por subparcela, retirando-se um metro de cada linha (excluindo as de bordadura). As amostras coletadas foram pesadas individualmente com auxílio de balança digital pendular (modelo HeiHeing, com precisão de 10 gramas). Os pesos obtidos com as pesagens foram tabulados e transformado para quilos de matéria verde por metro linear e quilos por hectare para cada tratamento, pela estimativa de cálculo utilizando as variáveis distância entre linhas de plantio e produção metro linear.

Aos 100 dias após plantio foram avaliadas as características agronômicas de morfologia, período onde foi possível fazer as primeiras avaliações devido a quantidade de chuvas ocorridas no local do experimento. Para tanto, foi feito o corte de 2 plantas aleatórias em cada subparcela, sendo aferida a altura de cada planta (valores expressos em metros) para cada planta com o auxílio de uma fita métrica. A planta foi cortada à 5 cm de distância da superfície do solo, simulando a altura de uma colheitadeira. Em seguida, foi realizado o fracionamento dos seguintes componentes morfológicos: bainha, lâmina foliar e panícula. Após o fracionamento, cada componente foi pesado separadamente com auxílio de uma balança digital pendular (HeiHeing, com precisão de 10 gramas). Para as lâminas foliares foram contabilizadas a folhas senescentes as fotossinteticamente ativas, pesadas em conjunto. De posse dos valores de peso, foi calculado a participação de cada componente na produção de matéria verde total por hectare, tendo os valores expressos em porcentagem.

A massa de forragem foi realizada aos 115 dias após o plantio, com o corte de um metro linear de cada linha de avaliação, excluindo-se as linhas de bordadura, o material foi pesado em balança digital, e os dados tabulados para geração do dado de produção metro linear (PML). A produção de matéria verde (PMV) e seca (PMS), em um hectare, foi calculada da seguinte forma:

$$PMV = PML \times n^{\circ} \text{ metros lineares de um hectare (considerando o espaçamento entre linhas do experimento);}$$

$$PMS = PMV \times \text{teor médio de matéria de seca de cada tratamento.}$$

As análises bromatológicas foram realizadas com o material colhido para a estimativa da massa de forragem. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), sendo pesadas ainda frescas, alocadas em sacos de papel, identificadas e colocadas em estufa de circulação forçada de ar à 55° C durante 72 h. Após retirada as amostras da estufa, foram novamente pesadas e, por diferença de peso,

estimou-se a porcentagem de matéria pré-seca. Posteriormente, o material foi triturado em moinho de facas com uma peneira de 2 mm.

Para realização da análise de matéria seca, as amostras pré-secas e moídas foram pesadas em balança analítica, acondicionadas em cadinhos de porcelana e levadas a estufa de circulação forçada de 105°C durante 16 horas. Para o cálculo da matéria seca definitiva levou-se em conta os dados de matéria pré-seca na estufa de 55°C e da estufa de 105°C (AOAC, 2005).

A proteína bruta (PB) foi determinada a partir do método kjeldahl ($N \times 6,25$), descrito pela AOAC (2005) e a fibra em detergente neutro (FDN) foi obtido segundo metodologia descrita por SILVA; QUEIROZ (2005).

3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando constatada diferença, foi feito o desdobramento das interações com as médias sendo comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o pacote estatístico R.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado interação para os parâmetros cultivar x adubação ($P > 0,05$), para os caracteres morfológicos, ocorrendo apenas efeitos isolados para cultivar e para adubação ($P < 0,05$). A altura da planta diferiu entre os genótipos, com efeito de cultivar e de adubo ($P = 0,001$). O híbrido comercial GB obteve a maior altura entre os genótipos estudados, seguido da cultivar RX, SE e PN (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de altura da planta, e participação em porcentagem dos constituintes da planta, segregados em colmo, lâmina foliar e panícula para os cultivares Roxo, Santa Eliza, Ponta Negra e Gigante Boliviano, e médias dos cultivares com e sem adubação

Tratamentos	Altura da planta (m)	% Colmo	% Lâmina foliar	% Panícula
Efeito de cultivar				
Roxo	2,99 ^b	68,21 ^{ab}	12,72 ^b	19,07
Santa Eliza	2,89 ^b	65,58 ^b	13,17 ^b	21,25
Ponta Negra	2,33 ^c	69,66 ^a	13,93 ^a	16,44
Gigante	3,33 ^a	68,87 ^a	13,91 ^a	17,22
CV (%)	9,2	43,9	40,3	45

Efeito de adubo				
Com adubo	2,98 ^a	71,65 ^a	12,75 ^a	17,58 ^a
Sem adubo	2,79 ^b	66,47 ^b	14,37 ^b	19,16 ^b
P-valor				
Cultivar	0,001	0,01	0,001	0,6038
Adubo	0,001	0,001	0,05	0,01
Cultivar x Adubo	0,1275	0,6689	0,2998	0,3905

Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Von Pinho (2007) observou médias de altura de planta variando de 2,6 a 3 m de altura de genótipos de sorgo tipo forrageiro, em função da época de plantio no norte de Minas Gerais. Cunha & Lima (2010) avaliando parâmetros produtivos de 29 genótipos de sorgo forrageiro no litoral do Rio Grande do Norte observou média de altura das plantas de 3,2 m.

A altura de uma cultivar de sorgo é influenciada pela sua variação genética, adquirida ao longo da formação das diversas cultivares existentes. Para as cultivares avaliadas GB, RX e SE podemos caracterizá-las como plantas de porte alto, por atingirem altura superiores a 2,5 m. A altura da planta tem correlação direta com produção total por hectare em MS (Gontijo Neto et al., 2004) e é uma característica desejável para cultivares do tipo forrageiro destinados a produção forragem para alimentação animal. E a cultivar PN de médio porte, estabelecido em até 2,5 metros de altura (EMBRAPA 2005), destinada principalmente a produção de forragem.

O híbrido GB tem recomendação de colheita próxima ou acima dos 120 dias após plantio, quando destinado a produção de etanol, contudo, a planta foi colhida aos 100 dias com estagio de grão próprio para silagem, e com altura de 3,33 m. Essa altura foi inferior ao resultado encontrado por Graciel e Augusto (2019), possivelmente em função da ausência de adubação de cobertura, dado a alta exigência nutricional desse híbrido.

A influência do fotoperíodo pode ter sido negativa em relação à altura da planta para o híbrido GB. A época de cultivo do experimento seu deu de abril a agosto de 2019, iniciando a estação do inverno, tendo dias mais curtos, induzindo a diferenciação floral e adiantando o ciclo de maturação do sorgo (Guerra et al., 2002). Associado a deficiência nutricional, ocasionada pela não correção do pH e da baixa saturação por bases presentes no solo (Tabela 1), as plantas não demonstraram todo o seu potencial produtivo.

Observou-se efeito de adubação e de cultivar ($P < 0,05$) para colmo e lâmina foliar, enquanto a variável panícula não apresentou efeito, apenas da adubação ($P = 0,01$) (Tabela 2).

A participação do colmo diferiu entre os cultivares ($P = 0,01$) obtendo a cultivar PN e o híbrido GB valor semelhante, seguido da cultivar RX, e a cultivar SE que não diferiu dos demais. Houve diferença para efeito de adubo ($P = 0,001$) sendo os tratamentos com adubação superiores aos que não foram adubados (Tabela 2).

A participação do colmo no híbrido GB foi de 78,7% em cultivo de 100 dias com adubação de cobertura de N (Venturini, 2019), o autor ainda cita que a planta foi colhida sem apresentar enchimento dos grãos da panícula, demonstrando que não houve o desenvolvimento completo da planta.

A relação entre altura da planta e aumento na proporção de colmo, se mostrou negativa no presente trabalho, onde a cultivar de menor porte PN, obteve a maior concentração de colmo na planta, seguida da de maior porte GB (Tabela 2). Resultado diferente ao encontrado por Oliveira et al. (2005) que relacionou positivamente a altura da planta com proporção de colmo.

A elevada contribuição da fração colmo está condizente com a aptidão do sorgo forrageiro, uma vez que o aumento da quantidade de colmo na forragem é interessante, pois contribui com o fornecimento de carboidratos solúveis para fermentação no processo de ensilagem (Skonieski et al. 2010).

A porcentagem de folhas foi influenciada pela adubação de fundação. Os tratamentos adubados foram superiores ($P = 0,05$) aos não adubados, em que a cultivar PN e GB foram superiores ($P = 0,001$) aos cultivares SE e RX.

A porcentagem de folhas apresentou resultados distintos entre os tratamentos, onde as cultivares de maior e menor porte GB e PN respectivamente, obtiveram as maiores proporções, o que faz pensar em respostas adaptativas diferentes entre cultivares, frente a algum estresse durante o período experimental.

Perazzo et al., (2013) evidenciaram composição botânica da cultivar Ponta Negra em 14,95% lâmina foliar e 19,43% panícula e 4,4% material morto, estando condizente aos resultados encontrados neste trabalho.

Para teores de panícula, não foi observado variação entre cultivares ($P = 0,6038$) contudo, houve variação para efeito de adubo ($P = 0,01$).

As porcentagens dos constituintes da planta são influenciadas a partir do estágio de desenvolvimento em que a planta foi colhida, onde preferencialmente deve ser colhida quando apresenta uma textura de grãos conhecida com pastoso a farináceo, considerada ideal para o processo de ensilagem.

A maioria das plantas apresentaram panícula com textura de grão de farináceo a grão duro. A partir de avaliação visual caracterizou-se as cultivares RX e PN como precoces em relação as demais, por estarem em ponto de silagem primeiro que as demais.

Resultados condizentes ao do presente trabalho, foram encontrados por Skonieski et. al, (2010), avaliando cultivares de sorgo forrageiro, observaram porcentagem de panícula na planta de 15,35% e 18,19%. Evidenciando a carácter forrageiro, com pouca participação de panícula na composição estrutural da planta.

Houve interação entre adubo x cultivar ($P < 0,0589$) para as variáveis produtividade de matéria verde (PMV) e produtividade de matéria seca (PMS) (Tabela 3). Ao comparar os cultivares adubados e não adubados quanto à PMV, observa-se que houve diferença dentro de um mesmo cultivar e, ainda, entre cultivares. Com isso, os cultivares adubados PN, GB e SE não apresentaram diferença entre si com valores variando de 35,76 a 42,85 t ha⁻¹, enquanto os cultivares não adubados e o RX adubado apresentaram valores de 19,3 a 25,41 t ha⁻¹ (Tabela 3). Verificando a análise de desdobramentos nota-se que o cultivar RX foi o menos produtivo (Tabela 3), não se observando significância entre os valores de produção ($P = 0,0864$).

Resultados superiores foram encontrados por Oliveira et al. (2005) com médias de 45,87 t MV ha⁻¹ a 67,56 t MV ha⁻¹ em cultivo de sorgos do tipo forrageiro, com doses elevadas de N em adubação de cobertura com precipitação de 480 mm no período de cultivo, sugerindo assim boa eficiência de utilização do adubo.

Tabela 3. Peso de massa de forragem de um metro linear (PML), produção de massa verde por hectare (PMV) e produção de matéria seca de forragem por hectare (PMS) para os cultivares Roxo, Santa Eliza, Ponta negra e Gigante boliviano com e sem adubação.

Tratamentos	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)
Roxo		
Com adubo	25,46 ^{bc}	7,93
Sem adubo	19,47 ^c	6,39
Santa Eliza		
Com adubo	35,22 ^{ab}	13,26
Sem adubo	22,95 ^c	8,57
Ponta Negra		
Com adubo	42,81 ^a	12,05
Sem adubo	25,37 ^{bc}	7,31
Gigante		
Com adubo	38,29 ^a	14,78

Sem adubo	21,25 ^c	8,83
CV (%)	48,04	42,68
Efeito de cultivar		
Roxo	22,33 ^b	7,55 ^a
Santa Eliza	30,0 ^a	9,04 ^a
Ponta Negra	34,43 ^a	9,37 ^a
Gigante	29,97 ^a	10,18 ^a
Efeito de adubo		
Com adubo	36,06 ^a	11,68 ^a
Sem adubo	22,36 ^b	7,34 ^b
P-valor		
Cultivar	< 0,0001	< 0,0001
Adubo	< 0,0001	< 0,0001
Cultivar x Adubo	> 0,05	> 0,05

Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Macedo et al. (2012) observou produtividades de 22,6 t MV ha⁻¹ a 39 t MV ha⁻¹ com adubação crescente de N em regime de sequeiro na cidade de Campina Grande com um acumulado de chuvas de aproximadamente de 690 mm. Resultados inferiores ao encontrado no presente estudo, com um acumulado no período experimental de 629,4 mm, destacando o potencial produtivo do sorgo para a região de estudo, aplicando-se uma dose maior de adubação de manutenção e cobertura.

Foi observado ainda, expressiva diferença numérica ($P < 0,0001$) de ganho produtivo das cultivares para efeito de adubo, valores variando de 1,54 t MS ha⁻¹ para a cultivar RX e 5,95 t MS ha⁻¹ para o híbrido GB. Albuquerque; Camargo; & Souza (2013) evidenciaram o incremento produtivo causado pela aplicação de adubo mineral na planta de sorgo, devido a sua alta extração de macronutrientes pela parte aérea da planta.

O aumento da produção total hectare é influenciado pela resposta fisiológica da planta em maximizar a conversão de nutrientes em maior peso por planta. No mercado há disponível para compra diversas variedades de cultivares ou híbridos, no qual a escolha irá depender do tipo de cultivo e manejo empregado e a possibilidade de ataque de pragas ou aparecimento de doenças.

Uma semente híbrida é oriunda do cruzamento de duas linhagens distintas, preservando suas melhores características, com isto, o híbrido se torna mais eficiente para um cultivo mais

tecnificado por expressar maior potencial produtivo quando dado devido suporte. No entanto, não foi observado diferença estatística ($P < 0,0001$) para PMV e PMS, para efeito de cultivar, entre o híbrido GB e os cultivares, mas foi observado que todos os cultivares responderam proporcionalmente semelhantes à adubação, não sendo expressado o máximo potencial do híbrido, evidenciando a capacidade produtiva dos cultivares em condições adversas.

A PMS, foi inferior a resultados encontrados por Carrafa (2016) de 24,6 t MS ha⁻¹ em 151 dias de cultivo adubado e manejado contra invasoras, no estudo também foi observado que o cultivo obteve maiores subsídios para esta elevada produtividade, como maior tempo de cultivo e adubação de cobertura. Resultados diferentes foram encontrados por Viana (2012) para sorgos do tipo forrageiro, valores médios de 15,21 t MS ha⁻¹.

A produção de massa seca da cultivar SE foi de 12,28 t MS ha⁻¹ quando adubado, valor este, superior ao encontrado por Dos Santos et al., (2013), de 8,1 t MS ha⁻¹ adubado com biofertilizante, e inferior ao encontrado por Duarte (2016) 29,9 t MS ha⁻¹.

Para o cultivar Roxo existem poucos trabalhos científicos que descrevem suas características agronômicas e produtivas, possivelmente por se tratar de uma variedade crioula endêmica de regiões específicas, como o Seridó potiguar, onde é bastante cultivada. Contudo, segundo Cunha & Lima (2010), foi encontrado valor superior de PMV a este trabalho, para o cultivar forrageiro vermelho, cultivado em Canguaretama Rio Grande do Norte.

As baixas produtividades de MS das cultivares estudadas, em relação a demais trabalhos, pode ser explicada pela deficiência de saturação por bases encontrada na amostra de solo (Tabela 1), que não foi corrigida por meio de uma calagem. A Embrapa (2017) cita a necessidade de V% de 75% para a cultura do milho e sorgo em solos do RS.

A intemperização, causada pela ação de alta precipitação pluvial anual, irradiação, ação dos ventos, dentre outros, acelera o processo de acidificação dos solos, sendo necessária, a correção do pH por meio da calagem, permitindo que a cultura implantada tenha um ambiente favorável para o seu desenvolvimento, sendo possível a absorção dos principais nutrientes de maior mobilidade, e ainda, garantir o aporte de cálcio e magnésio, que segundo Casela et al. (2017) são alguns dos macronutrientes mais requeridos pela cultura do sorgo, após o nitrogênio e potássio.

Avaliando o desempenho da cultivar PN em diferentes ambientes no Nordeste, obteve-se valores de produção de matéria seca variando de 7,7 a 37,1 t ha⁻¹, evidenciando seu amplo potencial produtivo, em função de diferentes situações de cultivo (Santos, et.al., 2007).

Não houve interação adubo x cultivar para as variáveis MS, FDN e PB ($P > 0,05$) (Tabela 4). Observaram-se apenas efeitos isolados de cultivar para a MS ($P < 0,0001$) e FDN ($P =$

0,0006), onde os cultivares GB, SE e RX apresentaram os maiores valores, seguidos do PN. O teor de PB não apresentou efeito de adubo, cultivar nem interação adubo x cultivar ($P > 0,05$).

Tabela 4. Médias de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro para os cultivares Roxo, Santa Eliza, Ponta Negra e Gigante Boliviano com e sem adubação.

Tratamentos	MS	PB	FDN
Efeito de Cultivar			
Roxo	34,7 ^a	3,02	69,6 ^a
Santa Eliza	37,3 ^a	2,91	65,0 ^{ab}
Ponta Negra	29,1 ^b	3,44	60,0 ^b
Gigante	38,9 ^a	3,44	66,8 ^a
CV (%)	14,8	21,9	7,8
Efeito de adubo			
Com adubo	33,8	3,29	66,2
Sem adubo	36,2	3,12	64,9
P-valor			
Cultivar	0,001	0,1147	0,001
Adubo	0,1255	0,3994	0,0005
Cultivar x Adubo	0,2733	0,3377	0,7668

Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro.

Perazzo et al., (2013) encontraram o valor de 23,25% de teor de MS para a cultivar PN e valores variando de 25 a 31% para sorgos do tipo forrageiro e de duplo propósito. O teor de matéria seca de um alimento é determinado pelo estágio de colheita da forragem e pode variar bastante entre espécies forrageiras, e ainda, dentro de uma mesma cultivar. Considerando os elevados níveis de MS encontrados para os cultivares de estudo, associa-se o resultado, ao estágio de corte fora do ponto ótimo de colheita, apresentando maiores proporções de material morto e folhas senescentes.

Outros fatores que influenciam no percentual encontrado de MS são os demais dos constituintes da planta, sendo a panícula o principal componente capaz de aumentar o teor de MS. No presente trabalho, a maioria das panículas apresentavam grãos duros, o que favoreceu o aumento da matéria seca (Gontijo Neto et al., 2004).

Não houve efeito de interação ($P=0,7668$), nem de adubo e cultivar ($P=0,0005$ e $P=0,0001$, respectivamente) para a proteína bruta (Tabela 4). Alguns autores relacionam o aumento do nível de PB com o incremento da adubação como manejo produtivo. Como evidencia Macedo et al., (2012), houve aumento linear no teor de PB com aumento nas doses de N aplicadas no plantio.

A amostra do material *in natura* do híbrido GB apresentou teor de PB de 7,35% aos 110 dias de plantio, (Venturini, 2019). Cândido et al., (2015) encontrou o valor de 4,91% de PB para a cultivar Ponta Negra em regime de sequeiro, assim como (Macedo et al., 2012) com o valor de 4,99% de PB em cultivo não adubado do híbrido BR 601.

Os níveis de proteína bruta encontrados no presente trabalho, se mostram abaixo do esperado para as cultivares, em relação a dados de demais trabalhos, o que pode ser explicado pelo avanço do tempo de colheita da forragem, acarretado por chuvas ocorridas na região, impossibilitando a avaliação do material no tempo previsto, e sendo as cultivares estudadas classificadas como de ciclo precoce, como a PN e a RX.

O ponto ótimo de colheita de uma forragem é o ponto de intercessão da curva de ganho em produtividade em matéria seca e o valor nutricional da planta. No sorgo destinado para ensilagem, o ponto ótimo de colheita também exige uma quantidade de MS mínima de 20% e que contenha no mínimo 12% de carboidratos solúveis, para promover uma adequada fermentação do material resultando em menores perdas por efluentes (Gonçalves et al., 2005).

Porém, com o avanço da idade da planta além dos níveis recomendados de MS, há maior concentração de fibra e lignina, principais componentes da parede celular, responsável pela sustentação da planta. Com isso, ocorre uma diminuição das frações de PB e carboidratos não fibrosos (CNF), principalmente, amido e pectina. Em contrapartida, ocorrem aumentos consideráveis no teor de fibra, representado pela FDN.

Ao relacionar os dados com a produção animal, tem-se na fibra em detergente neutro um indicador de consumo voluntário de alimento e está ligado a digestibilidade pela presença das frações lignina e hemicelulose (Van Soest, 1994). Os resultados encontrados neste trabalho se assemelham aos relatos de outros estudos, para sorgo do tipo forrageiro, com menor presença de panícula na forragem. (Antunes Neto et al., 2016; Venturini, 2019; Gomes et al., 2006).

5 CONCLUSÃO

A adubação de implantação aumentou o potencial produtivo dos cultivares, onde os mais produtivos foram o Ponta Negra e Gigante Boliviano, porém, ao se considerar a utilização destes cultivares para ensilagem há limitações com relação ao teor de matéria seca que precisam ser corrigidas por meio de aditivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013.

Duarte, Aildson P., Paziani, Solidete de F., E R. S. DE F. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NAS PLANTAS EM CULTIVARES DE SORGO SACARINO, BIOMASSA E FORRAGEIRO. Disponível em:

<http://www.infobibos.com/anais/agroenergia/10/Resumos/ResumoAgroenergia_2016_077.pdf>.

Albuquerque, C. J. B.; camargo, R. De; souza, M. F. DE. Macronutrient uptake in sorghum plants in different arrangements. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v. 12, n. 1, p. 10–20, 2013.

Alcântara, H. P. DE et al. Rendimento e composição química da forragem de sorgo em diferentes épocas de semeadura. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 728–734, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400011>.

Antunes Neto, Osmar. Produção de silagem de sorgo BRS Ponta Negra em pequenas propriedades no Norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31 2016, Bento Gonçalves. **Milho e Sorgo: Inovações, mercado e segurança alimentar**. Bento Gonçalves: *, 2016. p. 1-5. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1055647/1/Producaosilagem.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.

Borém, Aluizio; Pimentel, Leonardo Duarte; Parrella, Rafael Augusto da Costa. SORGO do plantio a colheita. Viçosa: Ufv, 2014. 275 p.

Buso, Wilian Henrique Diniz et al. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. *Pubvet, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. Utilização, Londrina, v. 5, n. 20, p.1-29, 2011.

Cândido, 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, 2015.

Caraffa, M.; Riffel, C. T.; carneiro, E. A.; Zawacki, M. E.; ; ; Witczak, G. P. **Ensaio Estadual de avaliação de genótipos de sorgo silageiro-sacarino, Três de Maio, RS, na safra 2016/17**. Reunião técnica anual da Pesquisa do milho. **Anais...**2016.

Church, D. C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564p.

Da Silva, T. et al. **REALOCAÇÃO DE SILAGENS**. I Simpósio Paraibano de conservação de foragens. **Anais...**19 set. 2019.

Daniel, J. L. P. et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, n. February, p. 1–13, 2019.

Dos Santos, João Felinto et al. Produção de sorgo em função de cultivares e biofertilizantes bovino líquido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 156-162, 2013.

Cunha, Elizângela Emídio, Lima, J. M. P. De. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro 1 Characterization of genotypes and estimates of genetic parameters of productive traits for forage sorghum. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 701–706, 2010.

Elias, O. F. A. e S., Leite, M. L. D. M. V., Azevedo, J. M., Silva, J. P. S. de S., Nascimento, G. F. do, & Simplício, J. B. (2017). Características Agronômicas De Cultivares De Sorgo Em Sistema De Plantio Direto No Semiárido De Pernambuco. *Revista Ciência Agrícola*, 14(1), 29. <https://doi.org/10.28998/rca.v14i1.2318>.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA), Comunicado técnico **BRS Ponta Negra: Sorgo com grande potencial forrageiro**, 2005. (EMBRAPA 2005).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Mandioca e Fruticultura Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 122. IBGE, Produção Agrícola Municipal 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

Gomes, S. O. et al. Comportamento agronômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará Agronomic behavior and forage composition of sorghum cultivars in the State of Introdução. p. 221–227, 2006.

Gontijo Neto, M. M. ; et al. Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L .) Moench) Cultivados sob Níveis Crescentes de *Sorghum* (*Sorghum bicolor* (L .) Moench) Hybrids Cultivated under Increasing Fertilization Levels . Agronomic Characteristics , Soluble and Structural Carbohydrates o. Revista Brasileira de Zootecnia. Anais...2004. Disponível em: https://www.rbz.org.br/wp-content/uploads/articles_xml/1516-3598-rbz-S1516-359820040008000008/1516-3598-rbz-S1516-359820040008000008.pdf.

Gonçalves, L.C.; Pires, D. A.A; Castro, G.H.D. Algumas considerações sobre silagens de sorgo. IN: III SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2005. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2005. p.5-18.

Graciél D.; Augusto, R. Desempenho agrônômico de genótipos de sorgo biomassa com nervura marrom (brown midrib - bmr) 1. 2019.

Guerra, A. et al. Avaliação Dos Caracteres Agronômicos De Cultivares De Sorgo Forrageiro Sob Diferentes Condições Termorregulação- Evaluation of Agronomic Characters of Forage *Sorghum* Cultivars Under Different Thermo- Photoperiodical Conditions. p. 28–44, 2002.

Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul : safras 2017/2018 e 2018/2019 / LXII Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo, Sertão, RS, 17 a 19 de julho de 2017. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.

Júlio, S. et al. Influência da adubação fosfatada na produção de sorgo forrageiro.

Macedo, c. H. O. . Et al. Produção e composição bromatológica do sorgo (*sorghum bicolor*) cultivado sob doses de nitrogênio production and chemical composition of *sorghum* (*sorghum bicolor*) o experimento foi executado na estação experimental do instituto nacional do semiárido (. V. 61, n. 234, p. 209–216, 2012.

Macedo, m. C. M.; zimmer, a. H. Dbo - degradação e recuperação de pastagens. [s.d.].

MACEDO, Manuel Cláudio Motta et al. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: **Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Encontro de adubação de pastagens da scot consultoria-tec-

fértil, 2013, Ribeirão Preto, SP. Anais... Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181., 2013.

Masojídek, Jiří et al. The synergistic effect of drought and light stresses in sorghum and pearl millet. *Plant Physiology*, v. 96, n. 1, p. 198-207, 1991.

Motta Ribas, P. (2003). Sorgo: introdução e importância econômica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo.

Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Documento(1518–4277), 1–14. Retrieved from <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/486642/1/Doc26.pdf>.

MIFLIN, B.J., LEA, P.J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, New York, v.15, p.873-885, 1976.

Michel, P. H. F. et al. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 3, p. 432-440, 2017.

Of icial Methods of Anal y sis of AOAC INTERNATIONAL (2005) 18th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method **2005.08**.

Oliveira, P. D. R. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 45–53, 2005.

Perazzo, Alexandre Fernandes et al. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p.1-7, jun. 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/331/33128114007.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.

Perazzo, A. F. et al. Agronomic Evaluation of Sorghum Hybrids for Silage Production Cultivated in Semiarid Conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. June, p. 1–8, 2017.

Produção de etanol a partir de sorgo sacarino com tratamento enzimático / Osania Emerenciano Ferreira. – – Jaboticabal, 2015 xi, 79 p.

Retore, M. et al. Sorgo-sacarino ensilado como alternativa para alimentação de ruminantes. Embrapa, Comunicado Técnico 255, 2020.

Recife: Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: segunda aproximação. Instituto Agrônômico de Pernambuco, IPA, 2008.

Santos, Fredolino Giacomini dos et al. BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. Comunicado técnico 145, Sete Lagoas: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2007.

SANTOS, F. C. DOS; et al. Dry mass and macronutrients accumulation of sweet sorghum in different levels of npk fertilization. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 1, p. 1–13, 2019.

Silva, d.j.; queiroz, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.

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, p.1886-1893, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000900007>>. Acesso em: 26 nov 2020 doi: 10.1590/S1516-35982011000900007.

Silva, Michel Alves da. **Desempenho de cabras em lactação alimentadas com diferentes fontes de volumosos**. 2017. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/1617/1/MAS24022017.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.

Schaffert, R. E., & Borgonovi, R. A. (1977). Perspectivas do sorgo sacarino para produção de etanol.

Skonieski, F. R., Nornberg, J. L., De Azevedo, E. B., De David, D. B., Menegaz, A. L., & Kessler, J. D. (2010). Production, fermentation and nutritional characteristics of forage and double purpose sorghum silages. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 32(1), 27–32. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.7200>

Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável / editores, Márcia do Vale Barreto Figueiredo [et al.]. – Recife, PE: Instituto Agrônômico de Pernambuco – Ipa/Emater/Seagri-AL, 2013. 356p.

Turner, N. C. Turgor maintenance by osmotic adjustment: 40 years of progress. **Journal of Experimental Botany**, v. 69, n. 13, p. 3223–3233, 6 jun. 2018.

Venturini, Tiago. Caracterização da silagem do sorgo forrageiro agri 002e e utilização na alimentação de bovinos. 2019. 148 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2019. Cap. 3.

Viana, a. C. Et al. Avaliação de cultivares de milho e de sorgo para silagem. V. 01, n. 266, p. 3–6, 2012.

Von Pinho, R. G. et al. Productivity and quality of the silage of corn and sorghum influenced by the time of sowing. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 234–245, 2007.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2^a ed. Cornell University Press. Ithaca. 476 pp.

