



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO: AGRONOMIA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**EDUARDO FERNANDES QUEIROGA DE FREITAS**

**CRESCIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES  
DOSES DE ESTERCO E NÍVEIS DE ÁGUA**

**POMBAL-PB**

**2018**

**EDUARDO FERNANDES QUEIROGA DE FREITAS**

**CRESCIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES  
DOSES DE ESTERCO E NÍVEIS DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Orientador: Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá**

**POMBAL-PB**

**2018**

F866c Freitas, Eduardo Fernandes Queiroga de.  
Crescimento de sorgo forrageiro cultivado sob diferentes doses de esterco e níveis de água / Eduardo Fernandes Queiroga de Freitas. – Pombal, 2018.  
20 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá".

Referências

1. Forragem. 2. Sorgo forrageiro - Cultura. 3. Esterco caprino. 4. Irrigação. 5. Adubação. I. Maracajá, Patrício Borges. II. Título.

CDU 636.085(043)

**EDUARDO FERNANDES QUEIROGA DE FREITAS**

**CRESCIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES  
DOSES DE ESTERCO E NÍVEIS DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. D. Sc. PATRÍCIO BORGES MARACAJÁ  
-CCTA/UAGRA/UFCG-  
- Orientador -

---

Prof.<sup>a</sup> D. Sc. JUSSARA SILVA DANTAS  
-CCTA/UACTA/UFCG-  
- 1º Examinador -

---

MSc. ALINE CARLA DE MEDEIROS  
-CCT/PPGEP/UFCG-  
- 2º Examinador-

**POMBAL-PB**

**2018**

*Primeiramente dedico a Deus, pois sei que sem Ele eu não teria conseguido nada.  
A minha mãe, Maria do Socorro Fernandes Queiroga, que sempre acreditou em mim, nunca  
deixando nada faltar, serei eternamente grato.*

***Dedico!!***

FREITAS, E. F. Q. **Crescimento de sorgo forrageiro cultivado sob diferentes doses de esterco e níveis de água.** 2018. 21 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2018.

**RESUMO:** O semiárido nordestino precisa ser explorado com culturas que desempenhem máximo rendimento produtivo. O sorgo é caracterizado por desempenhar importante papel no setor forrageiro, pois é umas das culturas mais cultivadas. Objetivou-se avaliar o uso de doses de esterco caprino e lâminas de água no crescimento e produção de fitomassa seca de sorgo forrageiro. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação durante os meses de maio e junho de 2018, na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus Pombal. O esquema fatorial adotado foi o (4 x 2), sendo quatro doses de esterco caprino (0,0; 4,0; 8,0 e 12,0 t/ha<sup>-1</sup>) e dois níveis de água no solo (40 e 80% da capacidade de campo), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Foram usados vasos plásticos com capacidade de 10 dm<sup>3</sup>, onde semeou-se 10 sementes de sorgo forrageiro em cada vaso. Aos cinco dias após a emergência, realizou-se o desbaste das plantas menos vigorosas. As irrigações foram realizadas com base na lisimetria de drenagem. O experimento foi conduzido durante 30 dias após a emergência, onde foram avaliadas as variáveis altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule, fitomassa seca das folhas, fitomassa seca do diâmetro, fitomassa seca da parte aérea de plantas de sorgo forrageiro. As doses crescentes de esterco caprino proporcionaram maiores incrementos de crescimento e produção de fitomassa seca, onde as doses de 12 t/ha<sup>-1</sup> asseguraram os maiores rendimentos.

**Palavras-chave:** Disponibilidade de água, Esterco caprino, Forragem

FREITAS, E. F. Q. **Growth of forage sorghum grown under different doses of manure and water levels**. 2018. 21 fls. Course Completion Work (Graduation in Agronomy) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB. 2018.

**ABSTRACT:** Northeastern semiarid must be explored with crops that produce maximum productive yield. Sorghum is characterized by playing an important role in the forage sector, as it is one of the most cultivated crops. The objective of this study was to evaluate the use of doses of goat manure and water slides in the growth and production of dried phytomass of forage sorghum. The experiment was carried out in greenhouse during the months of May and June of 2018, at the Federal University of Campina Grande, at the Agro-Food Science and Technology Center, Pombal Campus. The factorial scheme adopted was (4 x 2), with four doses of goat manure (0.0, 4.0, 8.0 and 12.0 t / ha-1) and two levels of water in the soil (40 and 80% of the field capacity, with four replicates, totaling 32 experimental units. Plastic pots with a capacity of 10 dm<sup>3</sup> were used, where 10 sorghum seeds were sown in each pot. Five days after emergence, thinning of less vigorous plants was performed. Irrigations were performed based on drainage lysimetry. The experiment was conducted during 30 days after emergence, where the following variables were evaluated: plant height, leaf number, stem diameter, dry leaf biomass, dry shoot size, dry shoot biomass of forage sorghum plants. Increasing doses of goat manure provided higher growth increments and dry phytomass production, where 12 t / ha-1 rates ensured the highest yields.

**Key words:** Water availability, Goat manure, Fodder

## SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>RESUMO .....</b>                           | <b>II</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                         | <b>III</b> |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                 | <b>V</b>   |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>                  | <b>VI</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                     | <b>1</b>   |
| <b>2. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA .....</b>      | <b>2</b>   |
| <b>2.1 Sorgo forrageiro.....</b>              | <b>2</b>   |
| <b>2.2 Recursos hídricos .....</b>            | <b>3</b>   |
| <b>2.3 Adubação com esterco caprino .....</b> | <b>4</b>   |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>            | <b>5</b>   |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>        | <b>6</b>   |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                     | <b>10</b>  |
| <b>6. REFERÊNCIAS.....</b>                    | <b>10</b>  |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Altura de planta (AP) (A), número de folhas (NF) (B) e diâmetro do caule (DC) de plantas de sorgo forrageiro cultivado com diferentes doses de esterco caprino e níveis de água no solo ..... 7
- Figura 2.** Fitomassa seca da folha (FSF) (D), fitomassa seca do caule (FSC) (E) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (F) de plantas de sorgo forrageiro cultivado com diferentes doses de esterco caprino e níveis de água no solo ..... 9

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características químicas dos componentes do solo usado no experimento na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba ..... 5
- Tabela 2.** Caracterização química do esterco caprino utilizado como fonte de matéria orgânica em experimento na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba..... 5
- Tabela 3.** Resumo do teste F referente a percentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de planta (AP), o diâmetro de colmo (DC), a número de folhas (NF), fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do colmo (FSC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de plantas de sorgo forrageiro ..... 6

## 1. INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino precisa ser explorado com culturas que desempenhem máximo rendimento produtivo, sem que haja grandes gastos com água e insumos agrícolas. O sorgo é caracterizado por desempenhar importante papel no setor forrageiro, pois é umas das culturas mais cultivadas, perdendo apenas para o cultivo de milho e feijão, culturas que são tradicionalmente cultivadas pelo produtor do semiárido. Chauhan et al. (2012) destacam a importância do sorgo forrageiro, sendo este considerado pelo autor como uma boasubstituição ao milho, como forragem.

A cultura do sorgo forrageiro é bem aceita por se caracterizar por sua alta rusticidade, produção de biomassa em quantidade expressiva, além de tolerar os veranicos que são extremamente recorrentes na região (Andrade Neto et al., 2018). Faz-se necessário enfatizar que essas características dessa gramínea torna a sua produção viável durante todo o ano nas condições de semiárido (Tolentino et al., 2016).

A busca por culturas rústicas é justificado pelo fato da região possuir restrição hídrica durante 2/3 do ano, em média. Ademais, a elevada evapotranspiração faz com que ocorra déficit hídrico, uma vez que chove em média  $500 \text{ mm ano}^{-1}$ , no entanto, evapotranspira cerca de  $2000 \text{ mm ano}^{-1}$ . Sousa et al. (2018) enfatizam a necessidade de utilizar de forma adequada o recurso hídrico existente, para que não falte para a população.

Ainda com base no mesmo autor, faz-se necessário o uso de esterco como alternativa de atenuar o estresse hídrico sofrido pelas plantas. O esterco caprino é uma alternativa plausível para a fertilização de plantas, pois este melhora os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, dando mais condições de crescimento e desenvolvimento às plantas cultivadas no solo submetidos a essa prática de adubação. Sousa et al. (2018) relatam que há poucos estudos sobre o uso do esterco como atenuante do estresse hídrico em plantas.

Por o sorgo apresentar potencial para ser cultivado em condições de semiárido, essa pesquisa tem como objetivo avaliar o uso de doses de esterco caprino e lâminas de água no crescimento e produção de fitomassa seca de sorgo forrageiro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sorgo Forrageiro

É necessário buscar plantas com potencial forrageiro que tolere bem as condições semiáridas. Plantas precisam ser bem entendidas do ponto de vista fisiológico e nutricional, para que seu cultivo seja realizado sem muito dispêndio, com o intuito de gerar maior rendimento possível. Com base nessa realidade, apesar das adversidades trazidas pela seca para o produtor paraibano há décadas, faz-se necessário buscar alternativas que maximizem a produção e minimizem os ônus (Silva et al., 2017).

O sorgo é uma planta forrageira do tipo C4, caracterizada por se adaptar a uma ampla faixa de pH, temperatura, salinidade do solo, além de ser considerada como tolerante a veranicos (Andrade Neto et al., 2010). O sorgo caracteriza-se por produzir satisfatoriamente, mesmo em locais onde outras culturas não apresentam bom desempenho.

A planta tem excelente valor forrageiro, podendo substituir o milho para a silagem. Ademais, o sorgo apresenta vantagens que podem ser consideráveis e significativas em comparação ao milho, como sementes de baixo valor de aquisição, cultivo fácil, sistema radicular profundo, quando comparado ao sistema radicular de outras gramíneas, que facilita a busca de água em maiores profundidades (Andrade Neto et al., 2010).

Paraíso et al. (2017) validam o cultivo do sorgo forrageiro em ambientes caracterizados como semiáridos. Os autores relatam que o seu cultivo é comumente realizado na época chuvosa do ano, que ocorre entre os meses de janeiro a março. No entanto, há veranicos entre esses meses de chuvas, o que acaba refletindo na queda da produtividade da cultura. Porém, de acordo com os autores supracitados, essa problemática pode ser revertida caso haja busca de cultivares, através do melhoramento genético das espécies, que desempenhem produtividade significativa em lugares que possuem restrição hídrica e nutricional.

Um dos problemas enfrentados pelos produtores é a baixa oferta de forragem nos períodos de estiagem, o que torna-se um entrave para o desenvolvimento da atividade pecuária no período de estiagem. O sorgo é uma planta com significativa capacidade de rebrota, sendo capaz de produzir em condições adversas. Outra vantagem de destaque da forrageira, é sua possibilidade de uso na forma *in natura*, como também em forma de silagem, feno, pasto natural, entre outros (Elias et al., 2016). Tabosa et al. (2008) destacam suas características agrônomicas como alta produtividade nas condições de semiárido.

## 2.2 Recursos hídricos

No semiárido nordestino chove em média 500 mm ano<sup>-1</sup>. As chuvas que caem entre os meses de janeiro a maio são torrenciais, fazendo com que haja pouca infiltração e armazenamento de água no solo, onde parte significativa da água de chuva é perdida por escoamento superficial. Melo et al. (2018) sugerem que sejam adotadas estratégias que visem maior eficiência do uso da água, para tornar a atividade agrícola mais produtiva.

Adotar práticas de manejo de água é uma estratégia pertinente para quem desenvolve agricultura em regiões de clima semiárido, pois as culturas sofrem, em sua maioria, nos períodos de estiagens e veranicos, desequilíbrios nutricionais e de crescimento, quando falta água para a planta realizar suas atividades fisiológicas. É necessário que haja adoção de práticas alternativas que maximizem o uso de água, para que não ocorram conflitos e competição pelo seu uso. Precisa-se adotar medidas que visem o uso da água em quantidade e qualidade, para que não falte em nenhum setor produtivo (Marinho et al., 2016).

Por a agricultura consumir aproximadamente 70% da água para a produção de alimentos, há embasamento para a justificativa de buscar culturas mais rentáveis, do ponto de vista econômico e ambiental, mais adaptadas geneticamente, assim como a busca por técnicas de produção mais eficientes e que gerem menos despesas. Ide & Andrade (2017) relatam aumentos expressivos do consumo de água nos séculos XX e XXI, ao passo que surge a necessidade de investir em tecnologias e pesquisas que busquem maximizar o uso da água, para chegarmos próximos ao viés da sustentabilidade (Shen et al., 2013).

A aplicação de diferentes lâminas de água na irrigação mostra-se como uma técnica pertinente, uma vez que há possibilidade de estudos sobre a melhor lâmina que reflete maior rendimento. No entanto, é necessário saber sobre a fisiologia da planta, assim como a época de maior demanda hídrica. Leal & Vargas (2016) expõem que o recurso hídrico em determinada área pode influenciar diretamente a atividade econômica de uma região, seja na agricultura, indústria ou geração de energia.

Há relatos na literatura em que alguns autores não observaram influência de incremento da produção vegetal em relação aos níveis de água que foram aplicados nas culturas de milho e capim paulistão. Possivelmente no período de avaliação inicial da cultura a oferta hídrica foi superior à demanda exigida pelas culturas, o que mostra que algumas práticas de manejo podem ser adotadas em relação a determinadas culturas, desde que, as condições edafoclimáticas em que se pretende realizar os trabalhos, sejam semelhantes (Souza et al., 2016; Lima et al., 2018).

### **2.3 Adubação com esterco caprino**

O uso do esterco como prática de adubação é uma atividade secular. Inicialmente aplicava-se esterco as culturas, sem saber os reais benefícios aos solos e plantas. Apenas era sabido que havia maiores produções e as culturas ficavam mais vigorosas. Ainda hoje essa atividade é bastante difundida no meio rural, mas ainda que não se tem noção da totalidade de benefícios que são gerados aos solos e plantas. Existem vários adubos de origem animal são utilizados para essa prática, dentre eles o esterco caprino, uma excelente fonte de matéria orgânica para o solo (Nicolau et al., 2009).

O uso de esterco caprino é uma alternativa viável economicamente, além de ser uma alternativa ambientalmente correta. Seu uso melhora os atributos dos solos, tornando-os mais propícios ao crescimento e desenvolvimento das culturas. Os atributos químicos são melhorados, pois há fornecimento de C, N, S e P, além de micronutrientes, elementos indispensáveis as culturas. Os atributos físicos apresentam melhoras marcantes, como maior agregação, aeração, infiltração e diminuição da densidade do solo. Em relação aos atributos biológicos, o aumento do fornecimento de carbono através da aplicação de esterco, propicia a multiplicação dos microrganismos e, conseqüente, há maior degradação e fornecimento de nutrientes as plantas (Véras et al., 2018).

O uso de esterco caprino é também uma forma de diminuição das despesas com compra de adubos industrializados, uma vez que gasta-se em média 35% com a aquisição desses insumos. Vale ressaltar que o uso correto do esterco caprino não causa danos ambientais, pois o descarte incorreto desse resíduo pode ocasionar eutrofização das águas, contaminação e poluição dos solos e dos corpos d'água. Então, faz-se pertinente o seu uso, pois, ademais, é um insumo de baixa aquisição e baixo custo (Nobre et al., 2011).

Camargo (2012) observa que o uso de esterco não se trata apenas de economia com insumos, mas pelo fato de gerar melhorias significativas na qualidade dos solos, além de produzir alimentos mais vigorosos e saudáveis, refletindo diretamente na saúde do consumidor. Araújo et al. (2018) corroboram que o uso de substratos alternativos na produção agrícola é uma tendência que está sendo adotada em todo o País, sobretudo pelo fato da população estar mais consciente sobre o uso e benefícios do consumo de produtos produzidos com esse viés.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação durante os meses de maio e junho de 2018, na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Campus Pombal. Este município encontra-se localizado no Sertão paraibano e possui coordenadas geográficas de 6°48'16'' de latitude S e 37°49'15'' de longitude W, a uma altitude de 180 m. As chuvas que ocorrem na região são de caráter torrencial, distribuídas entre os meses de janeiro a maio, predominante.

O esquema fatorial adotado foi o (4 x 2), sendo quatro doses de esterco caprino (0,0; 4,0; 8,0 e 12,0 t/ha<sup>-1</sup> e dois níveis de água no solo (40 e 80% da capacidade de campo(CC)), com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. O solo utilizado no experimento foi um Luvisolo Crômico e o esterco caprino foi coletado numa fazenda no município de Pombal-PB. O esterco foi posto para curtir durante 60 dias, para poder ser utilizado na pesquisa. O solo e o esterco foram analisados na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no centro de Ciências Agrárias (CCA), com base na metodologia da Embrapa (2011).

**Tabela 1.** Características químicas dos componentes do solo usados no experimento na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba

| CE                 | pH               | P                   | K <sup>+</sup> | Ca <sup>+2</sup>                               | Mg <sup>+2</sup> | Na <sup>+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> | SB    | T     | MO                 |
|--------------------|------------------|---------------------|----------------|--|------------------|-----------------|------------------|----------------------------------|-------|-------|--------------------|
| dS m <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | mg dm <sup>-3</sup> |                | -----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ----- |                  |                 |                  |                                  |       |       | g kg <sup>-3</sup> |
| 0,09               | 8,07             | 3,00                | 0,32           | 6,40   | 3,20             | 0,18            | 0,00             | 0,00                             | 10,49 | 10,49 | 16,0               |

SB=soma de bases; CE= condutividade elétrica; T = capacidade de troca de cátions total; M.O= matéria orgânica; A= Solo; B= substrato comercial.

**Tabela 2.** Caracterização química do esterco caprino utilizado como fonte de matéria orgânica em experimento na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba

| N                  | P    | K     | Ca    | Mg   | Na   | Zn | Cu                  | Fe   | Mn                 | MOS   | CO    | C/N  |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|----|---------------------|------|--------------------|-------|-------|------|
| g kg <sup>-1</sup> |      |       |       |      |      |    | mg kg <sup>-1</sup> |      | g kg <sup>-1</sup> |       |       |      |
| 12,76              | 2,57 | 16,79 | 15,55 | 4,02 | 5,59 | 60 | 22                  | 8550 | 325                | 396,0 | 229,7 | 18:1 |

CO = Carbono orgânico; CTC= Capacidade de troca de cátions.

Foram usados vasos plásticos com capacidade de 10 dm<sup>3</sup>, onde semeou-se 10 sementes de sorgo forrageiro em cada vaso. Aos cinco dias após a emergência (DAE), realizou-se o desbaste das plantas menos vigorosas, permanecendo apenas uma planta por vaso. As irrigações foram realizadas diariamente, mantendo os vasos (testemunhas) em capacidade de campo (CC). Após a determinação da CC, determinava-se o valor de água aplicado para manter o solo em 40 e 80% da capacidade máxima de retenção, com base na equação:

$$Va = Pcc - Pa/n$$

Em que: Va: volume aplicado; Pcc: peso dos recipientes na capacidade máxima de retenção; Pa: peso atual; n: número de recipientes.

O experimento foi conduzido durante 30 dias após a emergência (DAE), onde foram avaliadas as variáveis altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do colmo (FSC), fitomassa seca da parte aérea

(FSPA) de plantas de sorgo forrageiro. A altura de plantas foi medida com o auxílio de régua graduada (30 cm), e o diâmetro do caule foi estabelecido com um paquímetro digital. Para a determinação da fitomassa seca, a fitomassa fresca foi posta para secar em estufa de circulação e renovação de ar, por 72h, à 60°C. O material foi pesado em balança semi analítica, com precisão de 0,01g.

Para avaliar as doses (D) de esterco caprino e os dois níveis de água disponível (AD), foi realizado o teste F. Se houver efeito entre os tratamentos, aplicar-se-á o teste de Tukey para os níveis de água no solo e a análise de regressão para as doses de esterco caprino, com o auxílio da ferramenta SISVAR 4.1 (Ferreira et al., 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se que houve influência significativa ( $p < 0,01$ ) das doses de esterco caprino sobre as variáveis analisadas: altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do colmo (FSC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) de plantas de sorgo forrageiro cultivado sob diferentes doses de esterco caprino e lâminas de água no solo (Tabela 3). A velocidade de emergência (VE), índice de velocidade de emergência (IVE) não foram influenciados pela doses e níveis de água no solo.

Acredita-se que a uniformidade na PE e IVE estejam relacionadas com o uso de sementes de qualidade superior, uma vez que gera uniformização no estabelecimento inicial das plântulas. Trigo et al. (1999) relatam que a uniformidade de crescimento das plântulas é de extrema importância para possibilitar a adoção de melhores práticas de manejo, influenciando positivamente no rendimento das plantas cultivadas.

**Tabela 3:** Resumo do teste F referente à percentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), altura da planta (AP), o diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF), fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de plantas de sorgo forrageiro.

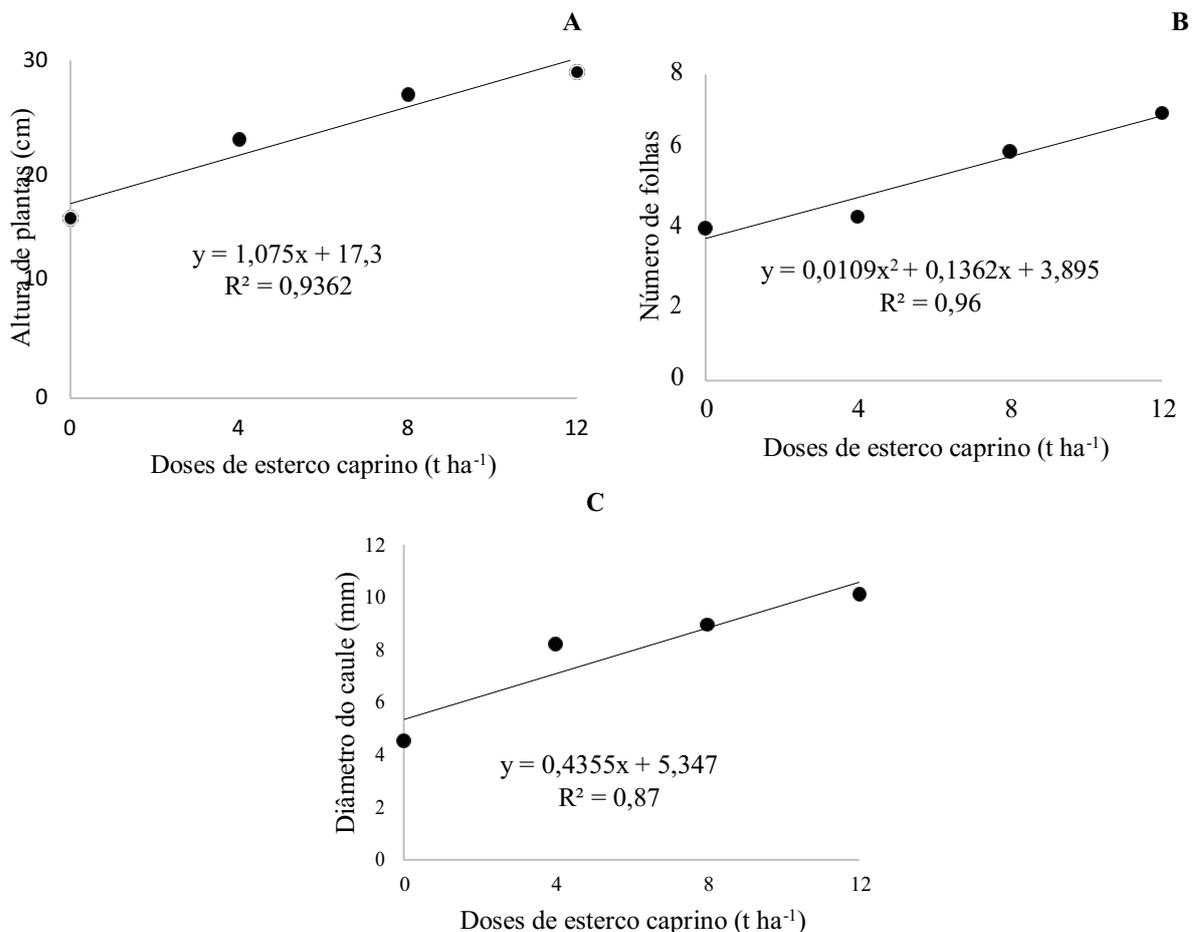
| Fontes de Variação   | Teste F |      |       |       |      |       |       |       |
|----------------------|---------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|                      | PE      | IVE  | AP    | DC    | NF   | FSF   | FSC   | FSPA  |
| Doses (D)            | ns      | ns   | **    | **    | **   | **    | **    | **    |
| Água disponível (AD) | ns      | ns   | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    |
| Interação (D*AD)     | ns      | ns   | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    |
| Bloco                | ns      | ns   | ns    | ns    | ns   | ns    | ns    | ns    |
| CV(%)                | 4,19    | 9,38 | 12,55 | 11,14 | 9,31 | 19,77 | 17,43 | 21,22 |

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ .

A percentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência são características que refletem no estabelecimento das plantas em etapas subsequentes do crescimento e desenvolvimento das culturas (Queiroz et al., 2016). Plantas que demoram para germinar, apresentam-se mais raquíticas e propensas ao ataque de pragas, são mais suscetíveis ao estresse e têm menores chances na competição por recursos (Jefferson e Pennachio, 2005).

Observa-se que não houve efeito significativo da água disponível (AD) e interação entre doses e água disponível (D\*AD). Damasco (2017) afirmam que existem outras necessidades da planta, como condições físicas e químicas ideais do solo, que influenciam significativamente o crescimento, não se restringindo necessariamente ao fornecimento de água.

Constatou-se que as variáveis altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do colmo (DC) foram significativamente influenciados pelo aumento das doses de esterco caprino aplicadas (Figura 1A, B e C). Nota-se que houve comportamento linear crescente das variáveis de crescimento analisadas, onde a AP, NF e DC expressaram incremento máximo de 12,7 cm; 3,2; 5,23 mm, ou 42,3; 45,13 e 49,47%.



**Figura 1.** Altura de planta (AP) (A), número de folhas (NF) (B) e diâmetro do caule (DC) de plantas de sorgo forrageiro cultivado com diferentes doses de esterco caprino e níveis de água no solo.

Com base em Andrade Neto et al. (2010), avaliando a produção de sorgo submetido a adubação verde, os autores relatam que a altura de plantas é uma variável importante a ser mensurada, uma vez que esta exprime uma boa correlação com a produção de matéria seca da plantas. Ainda com base no autores supracitados, é possível, a partir dos 80 dias após a semeadura, que haja diminuição da produção de matéria seca das plantas no decorrer do seu ciclo, em virtude da senescência das folhas, o que não foi verificado nessa pesquisa.

Rodrigues et al. (2018) alertam para o fato de que é importante a forragem estar sempre aumentando o número de folhas, refletindo em maior produção de material vegetal, uma vez que quando os valores dessas variáveis começam a diminuir, indicam que há senescência do pasto, e os valores de produção de forragem começam a cair (Hodgson, 1990).

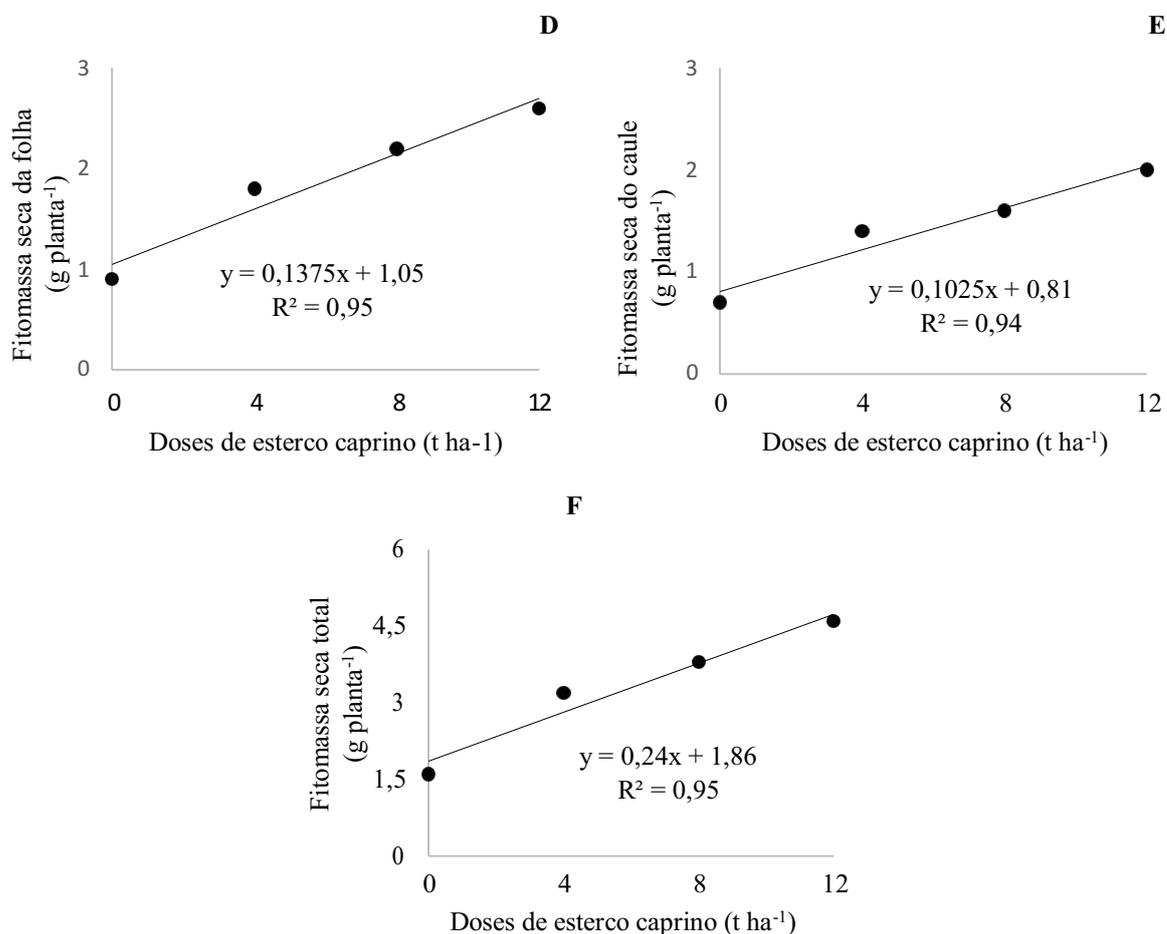
O aumento do diâmetro do colmo é importante, pois permite maiores e melhores condições de fixação das plantas ao solo, impedindo ou dificultando o seu tombamento, acarretando em prejuízos para o produtor. Plantas quando não passam por competição de área, aumentam o diâmetro do colmo, ao passo que, quando passam por competição devido ao adensamento populacional de plantas competindo, há diminuição do diâmetro, pois a planta gasta suas energias para crescer mais rapidamente, e conseguir absorver a luz solar (Taiz e Zeiger, 2004; Rodrigues et al., 2018).

Houve incremento na produção de fitomassa seca das plantas de sorgo forrageiro submetido a adubação com esterco caprino e níveis de água no solo. Nota-se que a fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa seca do colmo (FSC) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) apresentaram comportamento linear crescente com o aumento das doses aplicadas (Figura 2D, E e F). Observou-se que houve incrementos de 1,65; 1,23 e 288 g planta<sup>-1</sup>, ou 61,11; 60,29 e 60,75% na produção de fitomassa.

Os aumentos na produção de fitomassa seca nas plantas de sorgo forrageiro estão diretamente relacionadas com as melhorias nos atributos que o esterco caprino proporcionou ao solo. Com base na relação carbono/nitrogênio (18:1) o esterco apresenta condições de fornecer rapidamente nitrogênio as plantas, devido a rápida mineralização do esterco (Tabela 2). Plantas bem supridas de nitrogênio desempenham rápido crescimento, pois este elemento é o mais requerido entre as culturas.

A vantagem do uso do esterco caprino em relação ao demais, como o bovino e suíno, é o fato do esterco oriundo da caprinocultura é mais sólido e permite maior aeração, refletindo diretamente em curtição mais rápida que os demais, o que acaba fornecendo os nutrientes mais

rapidamente (Henriques, 1997). É necessário conhecimento das taxas de mineralização e imobilização dos esterco, para que estes sejam manejados de uma melhor forma, para que o suprimento de nutrientes seja adequado, sobretudo na estágio de maior demanda pelas culturas (Figueredo et al., 2012). No entanto, com base em Petersen et al. (1998), devido a membrana que os revestem, o esterco caprino torna-se mais difícil de se decompor.



**Figura 2.** Fitomassa seca da folha (FSF) (D), fitomassa seca do caule (FSC) (E) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (F) de plantas de sorgo forrageiro cultivado com diferentes doses de esterco caprino e níveis de água no solo.

O esterco proporciona melhorias nos atributos físicos do solo, uma vez com a sua aplicação no solo, há diminuição da densidade do solo, maior infiltração de água, maior aeração, imprimindo ao solo melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Vital et al. (2015) obtiveram maiores produções de massa seca de milho quando foram aplicados diferentes fontes de esterco, entre eles o caprino.

É possível verificar melhorias nos atributos do solo quando adubado com esterco caprino, pois há aumento da capacidade de troca catiônica do solo, refletindo em maior retenção de nutrientes no mesmo, além de fornecer elementos indispensáveis as plantas, como N, P e S.

Além desses macronutrientes, há fornecimento também de micronutrientes, elementos esses que são tão importantes quanto os macronutrientes, mas que são muitas vezes negligenciados pelo produtor (Freire et al., 2012).

## 5. CONCLUSÕES

As doses crescentes de esterco caprino proporcionaram maiores incrementos de crescimento e produção de fitomassa seca, onde a dose de 12 t/ha<sup>-1</sup> proporcionou os maiores rendimentos.

## 6. REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, R. C.; ARAÚJO, J. M.; ALMEIDA, U. O. Crescimento do sorgo forrageiro submetido à adubação verde. **Journal of basic education, technical na technological**. v. 5, n. 1, p. 177-187, 2018.

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S.; Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.124–130, 2010.

ARAÚJO, A. S.; SILVA, D. J.; SILVA, A. V. S.; MAGALHÃES, I. C. S.; BARROS, R. P. Análise da fenologia do Girassol *Helianthus annuus* L. variedade anão **Diversitas jornal**, v. 3, n. 3, p. 184-190, 2018.

CAMARGO, M. C. **A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente**. Pesquisa & Tecnologia, v. 9, n. 2, 2012, 4p. Disponível em:  
<file:///C:/Users/NEPANETE/Downloads/35234-148054-3-PB%20(1).pdf.

CHAUHAN, R. R.; CHAUDHARY, R.; SINGH, A.; SINGH, P.K. Salt tolerance of Sorghum bicolor cultivars during germination and seeding growth. **Research Journal of Recent Sciences**, v.1, n.3, p.1-10, 2012.

ELIAS, O. F. A. S.; LEITE, M. L. M. V.; AZEVEDO, J. M.; SILVA, J. P. S. S.; NASCIMENTO, G. F.; JOSIMAR, B. S. Características agronômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no semiárido de Pernambuco, **Ciência Agrícola**, v. 14, n. 1, p. 29-36, 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, p. 175-179, 2012.

HENRIQUES, R. C. **Análise da fixação de nitrogênio por bactérias do gênero Rhizobium em diferentes concentrações de fósforo e matéria orgânica na cultura do feijão (Phaseolus vulgaris) em Rego Pólo**. 1997. 29f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

- HODGSON, J. **Grazing management**. New York: Science into Practice, 1990. 203p.
- IDE, A. K & ANDRADE, M. C. K. Impactos da perenização do riacho terra nova na agricultura irrigada do município de Cabrobó-PE. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.10 n. 6, 2017.
- JEFFERSON, L. V.; PENNACHIO, M. Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. Elsevier. **Journal of Arid Environments**, v. 55, n.2, p. 275-285, 2005.
- LEAL, R. M. & VARGAS, R. R. Análise de demanda bioquímica de oxigênio e nitrogênio total do lago azul – Guarulhos (SP). **Revista Educação**, v. 11, n. 3, 2016.
- MARINHO, L. B.; FRIZZONE, J. A.; TOLENTINO JUNIOR, J. B.; PAULINO, J.; SOARES, J. M.; VILAÇA, F. N.; Déficit hídrico nas fases vegetativa e de floração da pimenta ‘tabasco’ em ambiente protegido. **Irriga**, v. 21, n. 3, p. 561-576, 2016.
- MELO, A. S.; SILVA, A. R. F.; DUTRA, A. F.; DUTRA, W. F.; SÁ, F. V. S.; ROCHA, M. M. Crescimento e pigmentos cloroplásticos de genótipos de feijão vigna sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, n.3, p. 2579 - 2591, 2018.
- NICOLAU SOBRINHO, W.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S. Acúmulo de nutrientes nas plantas de milho em função da adubação orgânica e mineral. **Revista Caatinga**, 22, 107- 110, 2009.
- NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; CARDOSO, J.A.F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.35, n.3, p.929-937, 2011.
- PARAÍSO, I. G. N.; PIRES NETO, O. S.; GOMES, L. S. P.; VELASCO, F. O.; MOURTHÉ, M. H. F.; RAIDAN, F. S. S.; BRAZ, T. G. S. Características agrônômicas de híbridos de sorgo com potencial forrageiro cultivados no Norte de Minas Gerais, **Cadernos de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 08–17, 2017.
- PETERSEN, S. O.; LIND, A. M.; SOMMER, S. G. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. **Journal of Agricultural Science**, v. 130, p. 69-79, 1998.
- RODRIGUES, L. S.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, V. S.; PAULA, P. C.; ADAMS, S. M.; MARTINI, P. M. MARTINI, A. P. M. Variáveis morfogênicas e estruturais de sorgo forrageiro implantado com diferentes arranjos populacionais sob pastoreio contínuo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.1, p.287-296, 2018.
- SHEN, Y.; LI, S.; CHEN, Y.; QI, Y.; ZHANG, S. Estimation of regional irrigation water requirement and water supply risk in the arid region of Northwestern China 1989–2010. **Agricultural Water Management**, v.128, p.55-64, 2013.
- SILVA, L. P. C.; ARAÚJO, A. E.; PEREIRA, D. D.; ALBERTINA MARIA RIBEIRO BRITO DE ARAÚJO, A. M. R. Convivência com o Semiárido: a ameaça da escassez da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) frente aos processos produtivos de camponeses do Cariri Paraibano. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 2, p. 104-113, 2017.
- SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; COSTA, R. N. T.; HERNANDEZ, F. F. F.; SOUSA, C. H. C. Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, n.1, p. 2315 - 2326, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 618p.

TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J. A. S.; PIRES, D. A. A.; VERIATO, F. T.; LIMA, L. O. B.; MOURA, M. M. A. Qualidade de silagens de diferentes genótipos de sorgo **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 143-149, 2016.

TRIGO, M. F. O. O.; J. L. NEDEL E L. F. N. TRIGO. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I. Efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

VITAL, A. F. M. SANTOS, D.; SANTOS, R. V. Características agronômicas do milheto adubado com diferentes fontes orgânicas, **Revista AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 303-309, 2015.

VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. S.; MELO FILHO, J. S.; IRINEU, T. H. S. Efeito da adubação orgânica no crescimento, produção e acúmulo de biomassa em algodoeiro. **Magistra**, v. 29, N.2 p.172-181, 2018.