




Henrique Catarucci GIROTTI**

 <https://orcid.org/0000-0002-0029-653X>

Wilker Matheus A. RODOVALHO***

 <https://orcid.org/0000-0003-2040-9105>

Allan Hisashi NAKAO****

 <https://orcid.org/0000-0002-2465-1663>

Recebido em: 04 de novembro de 2020

Aprovado em: 24 de maio de 2021

PARÂMETROS AGRONÔMICOS DE CULTIVARES DE SORGOS FORRAGEIROS EM PRIMEIRO CORTE E REBROTA EM RAZÃO DA DENSIDADE DE SEMEADURA EM SOLOS ARENOSOS*

FORAGE SORGHUM CULTIVARS AGRONOMIC PARAMETERS IN FIRST CUT HARVEST AND REGROWTH AS A RESULT OF SEEDING DENSITY IN SANDY SOILS

RESUMO

Como alternativa para aumento da produção de forragens, juntamente com a escolha correta de cultivares, aliada a densidade, podem-se obter resultados positivos. O experimento foi realizado para avaliar as características agronômicas, produtividade de biomassas de cultivares de sorgos forrageiros, semeados em diferentes densidades, também os componentes da produção e produtividade de matéria seca da rebrota dos sorgos. O experimento foi realizado na safra 2019/2020, em área de sequeiro na cidade de Santa Fé do Sul-SP. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, com textura arenosa/média. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram: 3 variedades (Volumax, Agri002e e Podium), com 4 densidades de semeadura (5, 6, 7 e 8 sementes por metro linear). Avaliou-se a produção de massa fresca e seca de folha, colmo e panícula além da produtividade total de massa no primeiro corte e rebrota. O híbrido de sorgo Agri002E, mesmo não produzindo panícula, mostrou superioridade às demais variedades. Em geral, densidade com maior número de plantas (8 plantas m⁻¹) obteve melhores resultados, principalmente, em se tratando de produtividade total de massas. O aproveitamento da rebrota de sorgo apresenta um bom rendimento para ensilagem, também como palhada no período de entressafra. O híbrido Agri002E cultivado no presente experimento foi o que mais obteve resultados positivos sobre condições de escassez de chuva que a região enfrenta.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Massa Verde. Massa Seca. Produtividade. Silagem.

ABSTRACT

As an alternative to raise fodder production, as well as the best choice of cultivars, in addition to density, positive outcomes may be obtained. The experiment was carried out to evaluate the agronomic characteristics, cultivar biomass productivity of forage sorghum, seeded in different densities, along with production components and sorghum regrowth dry matter. The experiment was carried out in the 2019/2020 harvest, in a rainfed area in the city of Santa Fé do Sul-SP. The soil is classified as Red Yellow Argisol, sandy/medium texture. The randomized blocks design was used, in a 3x4 factorial scheme, with four repetitions. The treatments were: 3 varieties (Volumax, Agri002e, And Podium), with 4 seeding densities (5, 6, 7, and 8 seeds per linear meter). The production of fresh and dry leaf, stem and panicle mass was evaluated in addition to the total mass productivity in the first cut and regrowth. The sorghum hybrid Agri002E, despite not producing panicles, showed to be superior to the other varieties. In general, density with a greater number of plants (8 plants m⁻¹) obtained better results, mainly regarding the total mass productivity. The use of sorghum sprouts presents both good performances for silage and haystacks during the inter-crop season. The hybrid Agri002E cultivated in the present experiment was the one that obtained the most positive results over short rainfall conditions in the region.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Green Mass. Dry Mass. Productivity. Silage.

* Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec

** Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Unifunec, E-mail: henrique_girotto@hotmail.com

*** Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Unifunec, E-mail: wilkermatheus.sfs@gmail.com

**** Doutor, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Unifunec, E-mail: allanhisashinakao@gmail.com



1 INTRODUÇÃO

O sorgo tem se tornado uma alternativa para alimentação animal, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, podendo ser cultivado numa ampla faixa de condições de solo, sendo tolerante ao déficit de água como ao excesso de solos úmidos (EMBRAPA, 2008).

De acordo com Neumann *et al.* (2005), o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma cultura que vem se destacando por ser uma gramínea produtora de grãos ricos em nutrientes e resistente ao clima seco e quente, com alta digestibilidade e produtividade, podendo ser uma boa opção para plantios em solos arenosos.

Essa cultura contém várias finalidades, podendo ser utilizada como silagem ou corte verde, para pastejo, alimentação de animais com o seu grão, utilização de biomassa, fabricação do etanol ou fenação e uso doméstico na utilização de limpeza com o sorgo vassoura. Em função da atividade pecuária brasileira que vem crescendo, o sorgo destinado para silagem apresenta uma boa alternativa no uso da terra, produção de alimento em larga escala para os diversos sistemas de recria e engorda, bovinos a pasto ou para a criação e produção de gado leiteiro (NEUMANN *et al.*, 2005).

De acordo com Alves *et al.* (2012), a silagem de sorgo comparada com a do milho apresenta qualidades bromatológicas inferiores, porém tem como vantagem a tolerância à deficiência hídrica, baixo custo de cultivo, em que o preço da semente é inferior ao do milho e possui poder de rebrota.

Essa forrageira possui uma ótima fermentação, porém tem como desvantagem um valor muito pequeno de proteína bruta, o que acarreta na utilização de suplementos proteicos com objetivo de aumentar a proteína da alimentação dos animais, aumentando também os custos da produção, pelo fato desses suplementos possuírem normalmente preços elevados (EVANGELISTA *et al.*, 2005).

Segundo Tabosa *et al.* (2007), a principal característica agrônômica satisfatória para o produtor rural é a elevada produtividade de biomassa, aliada à sua tolerância às baixas precipitações pluviométricas.

O desenvolvimento de uma linhagem macho-estéril de sorgo granífero permitiu a geração de híbridos mais adequados à produção de silagem, pois com panículas com maiores números de grão e colmos e folhas maiores garante um bom rendimento de matéria seca e também alto valor nutricional (SOUZA *et al.*, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2008).

A produção de forragem é resultado combinado do potencial genético e de características da variedade com a qualidade da semente, a época de semeadura, o espaçamento entre linhas de plantio, população de plantas, o preparo e a correção do solo, nível de fertilização, controle de plantas infestantes, pragas e doenças (ALVES FILHO *et al.*, 2003).

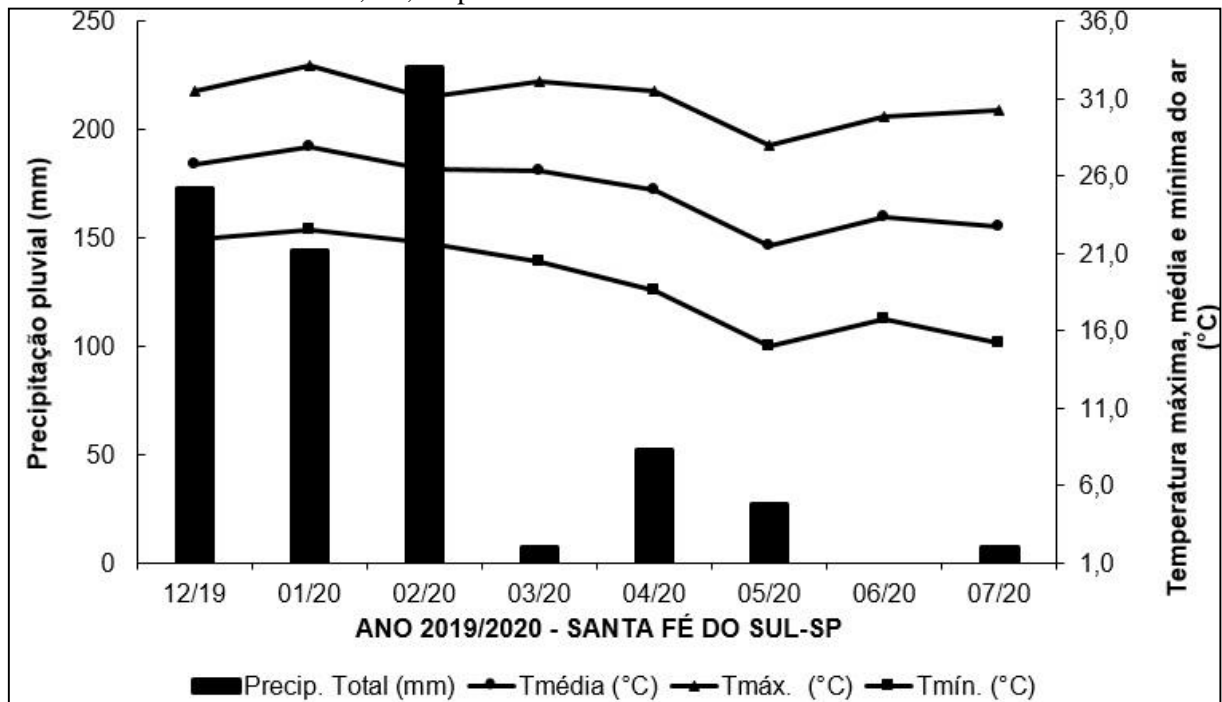
O manejo da densidade de plantas é uma das práticas culturais mais importantes para determinar o rendimento de massa, grãos ou outras finalidades de cultivo, pois o estande afeta a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento e influencia na produção e participação de fotoassimilados fazendo com que tenha uma maior produção. Por outro lado, há um efeito negativo se não for bem manejada e a alta população afeta a competição de nutrientes, luz, temperatura e disponibilidade hídrica causando assim baixa produção (VIANA *et al.*, 2001).

Viana *et al.* (2001) comentam que o espaçamento de semeadura pode variar de acordo com o porte da planta e aptidão (granífero ou forrageiro). Em cultivares forrageiras de porte alto, o espaçamento pode variar de 0,70 a 0,90 m, com população de plantas variando de 120 a 140 mil plantas ha⁻¹. O ciclo da planta varia de 80 a 180 dias, conforme a finalidade do cultivo e variedade a ser cultivada. Assim, para resultados satisfatórios dentro de um sistema de produção, a escolha do cultivar juntamente com as práticas culturais é de extrema importância para o produtor rural. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob condições de sequeiro na região de Santa Fé do Sul-SP, o desempenho produtivo dos sorgos forrageiros e a produtividade de massas dos sorgos (Volumax, Agri002e, Podium,) semeados em diferentes densidades, como também os componentes da produção e produtividade de matéria seca da rebrota dos sorgos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na propriedade Sítio São Luís, situado no município de Santa Fé do Sul SP, localizado entre 20°22'17" de latitude sul e 50°90'52" de longitude oeste, com altitude de 384 m. A precipitação anual média é de 1.221 mm e temperatura média anual de 24,4°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, classificado como tropical úmido, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. Os dados climáticos, durante a condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Precipitação pluvial e temperaturas obtidas da estação meteorológica situada no município de Santa Fé do Sul, SP, no período de dezembro/2019 a abril de 2020



Fonte: Dos próprios autores.

O solo onde foi instalado o experimento foi classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, eutrófico, abrupto, moderado, textura arenosa/média de acordo com Oliveira *et al.* (1999). Antes da instalação do experimento, foi realizada a caracterização química do solo para fins de fertilidade, utilizando-se os métodos propostos por Raij *et al.* (2001), a qual revelou os seguintes valores dos atributos químicos de 0,0-0,20 m: pH (CaCl₂) = 4,6; 33,0 mg dm⁻³ de P; 5,0; 9,0; 6,0; 20,0; 20,0 e 40,0 mmolc dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 10,0 g dm⁻³ de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 50,0. Antes da semeadura do experimento, foi realizada a aplicação de calcário para correções do solo na dose de 1,1 t/ha.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por 3 variedades de sorgos forrageiros (Volumax, Agri002e e Podium), com 4 densidades de semeadura (5, 6, 7, e 8 sementes por metro linear). Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por quatro linhas de 10 m com espaçamento de 0,9 m de cada híbrido, perfazendo uma área de parcela de 3,6 x 10m (36 m²).

Antes da instalação do experimento, foi realizado o preparo do solo com as devidas gradagens e correções do solo. A cultura do sorgo destinado à produção de silagem de planta inteira foi semeada mecanicamente no mês de dezembro de 2019, com auxílio de uma

semeadora-adubadora para plantio convencional, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,90 m.

Um dia antes da colheita (110 dias após a semeadura) dos tratamentos (cultivares e densidades de semeadura) para produção de silagem, foi determinado, na cultura do sorgo forrageiro, o estande final de plantas, contando-se as plantas nas 2 linhas centrais com 8 m de comprimento. Foram realizadas também medições do diâmetro basal de colmos com auxílio de um paquímetro, altura de plantas com uma régua graduada e relação colmo/folhas/panículas, por intermédio de pesagem. Para tais determinações, foram coletadas, aleatoriamente, 10 plantas, na área útil da parcela experimental.

Após estas avaliações, as plantas de sorgo forrageiro foram cortadas, manualmente, na altura de 0,30 m, sendo as espécies separadas, para determinação da produtividade de massa seca, extrapolada para kg ha^{-1} .

As frações colmos, folhas e panículas da cultura do sorgo forrageiro foram separadas com auxílio de uma tesoura de poda e, posteriormente, foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da quantidade de cada fração, que somadas resultaram na produtividade de massa seca total de forragem a ser ensilada. A colheita do material vegetal dos tratamentos foi realizada quando o sorgo atingiu o estágio de maturidade fisiológica (aproximadamente 70% de MS nos grãos). Nos rebrotos dos sorgos, também foi avaliada a produção de matéria verde e seca das frações colmos, folhas e panículas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$), em que foram comparados pelo teste de “t”. Para a densidade de semeadura, foram analisadas por meio de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, estão apresentados os valores médios de estande (número de plantas por hectare), diâmetro do colmo (cm) e altura de planta (cm) de três híbridos de sorgo Volumax, Poduim e AGRI002e, em quatro diferentes densidades de plantas, sendo elas 5, 6, 7 e 8 plantas por metro linear (Tabela 1).

De acordo com Von Pinho *et al.* (2006), a variável altura de plantas é altamente influenciada pela sua característica genética e condições ambientais do local. Diferenças significativas foram observadas na altura das plantas para o tratamento (Forrageiras), em que

obtiveram maiores resultados quando trabalhado com o híbrido de sorgo Agri002e, sendo que seu resultado foi 50% superior aos demais sorgos.

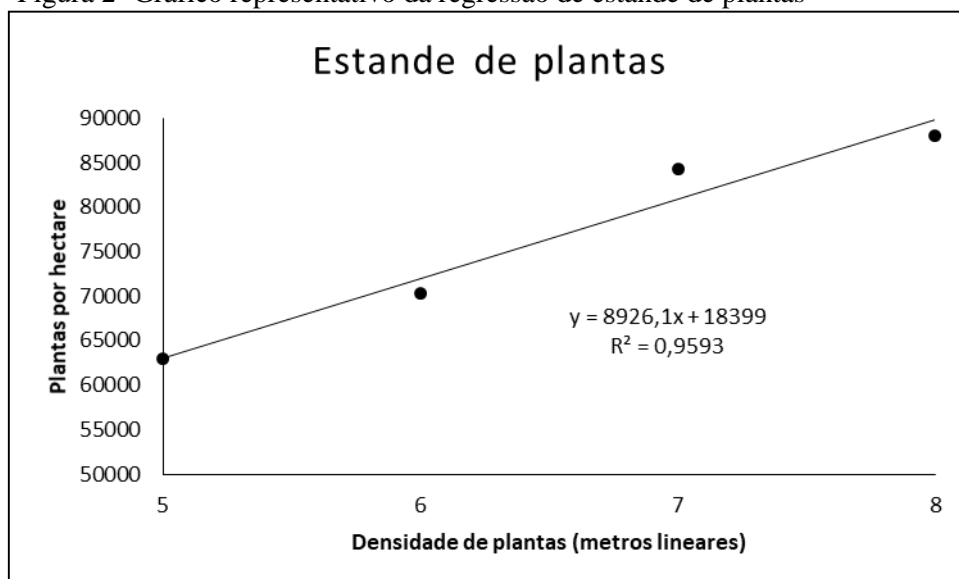
Tabela 1 – Média dos valores de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e estande final de plantas da cultura do sorgo. Santa Fé do Sul, SP. Safra 2019/2020

Tratamentos	AP	DC	Estande
	-----cm-----		n° de plantas
Forrageiras – F			
Volumax	274,31 b	19,92 b	71387 a
Podium	221,54 c	23,05 a	82175 a
Agri002e	432,10 a	24,76 a	75693 a
Densidade – D			
5 plantas m ⁻¹	302,73	23,12	62961
6 plantas m ⁻¹	319,46	22,71	70369
7 plantas m ⁻¹	303,74	21,53	84258
8 plantas m ⁻¹	311,33	22,96	88085
Teste F - F	153,78**	21,21**	2,46 ^{ns}
Teste F - D	0,58 ^{ns}	1,36 ^{ns}	8,67**
Teste F – F x D	1,87 ^{ns}	3,10*	1,18 ^{ns}
DMS – (F)	31,39	1,89	12292
DMS – (D)	40,07	2,41	15688
CV (%)	9,89	8,18	15,68

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e * : significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Com relação à média de plantas por hectare contidas no aumento da densidade de plantas dos sorgos, que está apresentada na Figura 2, caracterizando um aumento no número de plantas no decorrer do aumento da densidade, um fato já esperado no resultado.

Figura 2- Gráfico representativo da regressão de estande de plantas



Fonte: Dos próprios autores.

No desdobramento das interações forrageiras x densidade para diâmetro do colmo dos sorgos semeados com diferentes densidades de plantas (Tabela 2), verifica-se que o híbrido Agri002e, de modo geral, teve o melhor desenvolvimento em relação às forrageiras dentro de todas as densidades de plantas quando comparado com os híbridos Volumax e Podium, sendo que, estatisticamente, foi diferente na densidade de 5 e 7 plantas m^{-1} comparado com Agri002e e o Volumax, já na comparação com Agri002e e o Podium não houve diferenças significativas.

O híbrido de sorgo Podium obteve melhores resultados quando semeado na densidade de 5 plantas m^{-1} , evidenciando uma equação quadrática. Já para a densidade 5 e 7, dentro das forrageiras os melhores resultados para DC, foram os híbridos de sorgo Podium e Agri002e. De acordo com a tabela 2, o híbrido Volumax foi o que teve resultados inferiores comparados aos outros híbridos nas densidades 5 e 7 plantas m^{-1} .

De acordo com Albuquerque *et al.* (2013), o híbrido Volumax teve como diâmetro de colmo 12 mm e, comparado com o trabalho realizado, obteve uma diferença positiva de 7,92 mm, sendo que, dos outros híbridos que os autores estudaram, o melhor foi o híbrido que também se destacou em altura de planta (SHS 500). Isso mostra que o diâmetro do colmo e altura de plantas estão correlacionados já que, neste trabalho, o híbrido Agri002e obteve diâmetro do colmo e altura de planta superior aos demais híbridos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 2- Desdobramento das interações significativas forrageiras x densidade, para diâmetro do colmo. Santa Fé do Sul – SP

Tratamento	Densidade (plantas m^{-1})				Equação	r^2 (%)
	5	6	7	8		
Diâmetro do colmo (cm)						
Volumax	17,5bA	21,3aA	19,9bA	20,9aA	ns	
Podium	24,8aA	23,3aAB	20,5abB	23,5aAB	$y = 1,125x^2 - 15,295x + 73,505$	0,74
Agri002e	27,0aA	23,4aA	24,1aA	24,4aA	ns	

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre as forrageiras x densidade de plantas por metro linear nas variáveis, MFFolha; MFColmo e MFPanicula por planta, porém, para MFTotal, houve interação (Tabela 3). Todas as variáveis MFFolha; MFColmo; MFPanicula e MFTotal para o tratamento (Forrageiras) tiveram resultados significativos ($P > 0,05$). Na produção das variáveis MFFolh, MFColmo e MFTotal, foram observados maiores resultados

quando trabalhado com o híbrido de sorgo Agri002e, sendo que seu resultado teve uma expressão de MFTotal de 35 toneladas a mais quando comparado com o híbrido de sorgo Podium. Já para híbrido Volumax, o resultado é ainda mais relevante com valor superior a 49 toneladas.

Tabela 3 – Média dos valores de massa fresca da folha (MFFolha), massa fresca do colmo (MFColmo), massa fresca da panícula (MFPanícula) por planta e massa fresca total (MFTotal). Santa Fé do Sul, SP Safra 2019/2020

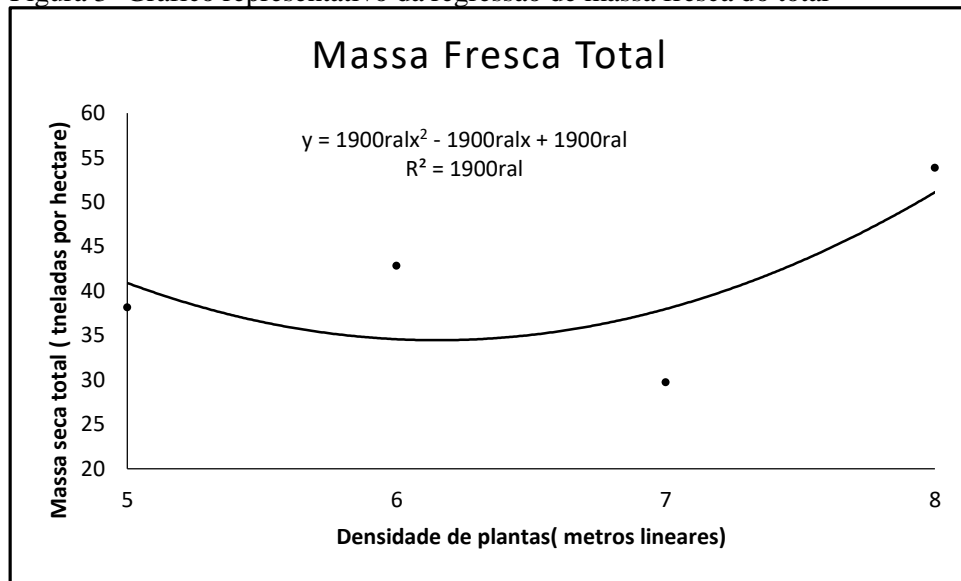
Tratamentos	MFFolha	MFColmo	MFPanícula	MFTotal
		-----g -----		t/ha
Forrageiras – F t/há				
Volumax	64,91 c	329,78 b	23,61 a	20,22 c
Podium	109,75 b	365,45 b	26,45 a	33,74 b
Agri002e	259,90 a	1152,45 a	0 b	69,49 a
Densidade – D				
5 plantas m ⁻¹	155,68	599,83	18,77	38,15
6 plantas m ⁻¹	142,88	621,88	15,68	42,84
7 plantas m ⁻¹	118,04	592,86	16,62	29,72
8 plantas m ⁻¹	162,80	649,00	15,66	53,87
Teste F - F	90,23**	213,33**	158,93**	117,37**
Teste F - D	2,51 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,20 ^{ns}	13,79**
Teste F – F x D	1,65 ^{ns}	1,74 ^{ns}	1,72 ^{ns}	8,38**
DMS – (F)	38,20	113,15	4,09	8,34
DMS – (D)	48,76	144,41	5,22	10,65
CV (%)	25,71	17,91	23,91	19,78

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

A quantidade de forragem a ser produzida está relacionada com a altura das plantas, proporções de folhas, colmos e panículas, porém, de acordo com os autores Vilella (1985); Tonani (1996) e Chaves (1997), a qualidade da silagem é resultado de maiores concentrações de grãos.

Na figura 3, estão apresentados os valores de Massa fresca total, em que se verifica modelo quadrático. Observa-se uma concentração alta na densidade de 5 plantas por metro linear e, com o aumento na densidade até 6,15 plantas por metro linear, há uma diminuição da massa, porém, com o aumento da densidade até 8, sua massa é aumentada. Uma das hipóteses para esse acontecimento pode estar na alta competição com a densidade de 6,15 plantas por metro linear, interferindo na produção de folhas, colmos e panículas. Já no aumento da densidade de até 8 plantas, a taxa de população é equivalente no aumento das massas.

Figura 3- Gráfico representativo da regressão de massa fresca do total



Fonte: Dos próprios autores.

No desdobramento das interações forrageiras x densidade para massa fresca total (MFTotal) dos sorgos semeados com diferentes densidades de plantas (Tabela 4), verifica-se que o sorgo Agri002e obteve melhores resultados quando semeado na densidade de 8 plantas m^{-1} , evidenciando uma equação quadrática, pois quanto maior a densidade de plantas maior é o número de plantas que, nessa condição, terá uma maior quantidade total de folhas e colmos e, assim, maior será seu peso total. Já para a densidade 5, 6, 7 e 8, dentro das forrageiras, o melhor resultado para a variável estudada foi o híbrido de sorgo Agri002e, sendo esses valores explicados pela genética do híbrido, destacando-se em seu tamanho o número de folhas e colmos. Ferreira *et al.* (2011), estudando variedades de sorgos, observaram que as variáveis altura, estande e produção de matéria verde nem sempre são comparativas à produtividade de matéria seca, sendo necessário uma avaliação cautelosa no produto final.

Tabela 4 – Desdobramento das interações significativas forrageiras x densidade, para massa fresca total. Santa Fé do Sul – SP

Tratamentos	Densidade (plantas m^{-1})				Equação	r^2 (%)
	5	6	7	8		
	MFTotal (t/ha)					
Volumax	15,1cA	24,3bA	21,3bA	20,1cA	ns	
Podium	36,2bA	34,2bA	25,5bA	38,9bA	ns	
Agri002e	63,0aB	69,9aB	42,3aC	102,6aA	$y = 13,35x^2 - 164,43x + 557,52$	0,60

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todas as variáveis MSFolha; MSColmo; MSPanícula e MSTotal, para o tratamento, (Forrageiras) tiveram resultados significativos ($P > 0,05$) (Tabela 5). MSFolha, MSColmo e MSTotal foram observados resultados positivos para o híbrido de sorgo Agri002e, sendo que seu resultado foi 50% superior quando comparado com o híbrido de sorgo Podium, já para o híbrido Volumax, o resultado é ainda mais expressivo, sendo 60% na MSTotal. O híbrido Volumax teve resultado superior apenas na variável MSPanícula, resultando em, aproximadamente, 8% em relação ao Podium, para o Agri002e não teve produção de panícula, por isso, não houve resultados satisfatórios. Vale ressaltar que a colheita ocorreu simultaneamente com os outros híbridos, podendo ter afetado na produção da panícula. Assim, o híbrido ressaltado deve ser estudado mais a fundo, em diferentes épocas de cultivo, uma vez que o sorgo é sensível ao fotoperíodo. Segundo Magalhães *et al.* (2015), a cultura é sensível ao fotoperiodismo, respondendo aos dias curtos, florescendo em noites longas.

Tabela 5 – Média dos valores de massa seca da folha (MSFolha), massa seca do colmo (MSColmo), massa seca da panícula (MSPanícula) por planta e massa fresca total (MSTotal). Santa Fé do Sul, SP Safra 2019/2020

Tratamentos	MSFolha	MSColmo	MSPanícula	MSTotal
	-----g-----			t/ha
FORAGEIRAS - F				
Volumax	38,00 b	160,33 c	15,80 a	9,76 b
Podium	29,51 b	255,91 b	13,40 b	14,61 b
Agri002e	72,60 a	453,65 a	0 c	32,72 a
DENSIDADE - D				
5 plantas m ⁻¹	45,60	314,53	10,71	17,42
6 plantas m ⁻¹	47,42	281,90	9,55	17,58
7 plantas m ⁻¹	43,47	240,17	9,37	13,73
8 plantas m ⁻¹	50,33	223,26	9,28	27,38
Teste F - F	57,14**	55,96**	294,25**	62,91**
Teste F - D	0,69 ^{ns}	2,66*	1,33 ^{ns}	11,02**
Teste F - F x D	1,23 ^{ns}	1,60 ^{ns}	1,87 ^{ns}	7,52**
DMS - (F)	10,73	71,07	1,76	5,41
DMS - (D)	13,69	90,70	2,25	6,91
CV (%)	22,40	23,89	17,67	27,75

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Com relação às médias das massas secas dos sorgos, nos requisitos forrageiras e densidades, os resultados estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que, nas variáveis MSfolha, MSColmo e Mstotal, o híbrido de sorgo Agri002e é mais produtivo comparado com as outras forrageiras, no entanto, quando se trata de produção de grãos para o aumento da

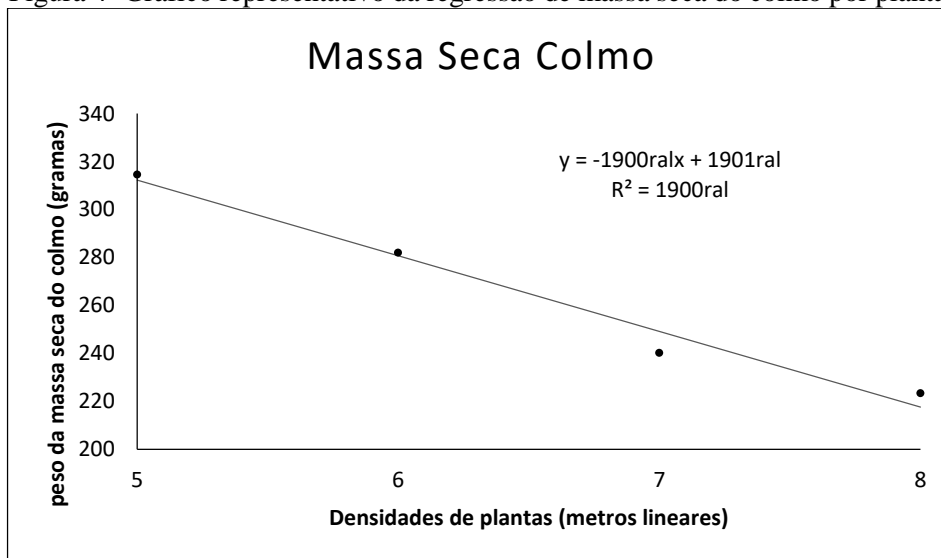
proteína bruta da silagem, o híbrido deixa de ser um fator expressivo, já que o híbrido Volumax produz menos massa total, mas tem uma alta produção de grãos. Silva *et al.* (2007) e Avelino *et al.* (2011), trabalhando com híbridos de sorgo, obtiveram médias de 54,9 e 53,2% de matéria seca da panícula.

De acordo com os dados da Tabela 1 sobre altura de plantas (cm) e da Tabela 5 sobre massa seca total (t/ha) em relação ao híbrido Agri002e, a produtividade de massa seca do sorgo forrageiro está altamente relacionada com a altura da planta, já que plantas com alturas maiores podem produzir mais de 15 toneladas de matéria seca por hectare por corte (EMBRAPA, 2008; LANZA, 2017). Segundo Resende *et al.* (2014), a escolha do cultivar de porte elevado resulta em maiores quantidades de matéria seca.

A regressão da massa seca do colmo por planta e massa seca total estão apresentadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente. Verifica-se que houve uma diminuição da massa seca do colmo ao aumentar a densidade de plantas e vale ressaltar que, no diâmetro do colmo e na altura da planta (Tabela 1), não houve diferenças significativas para o fator densidade. Uma das hipóteses pode estar no aumento de lignina dentro do colmo, pela qual, na densidade de 5 plantas por metro linear, a planta tem maior concentração, já na densidade maior, as plantas podem ter ficados mais fibrosas.

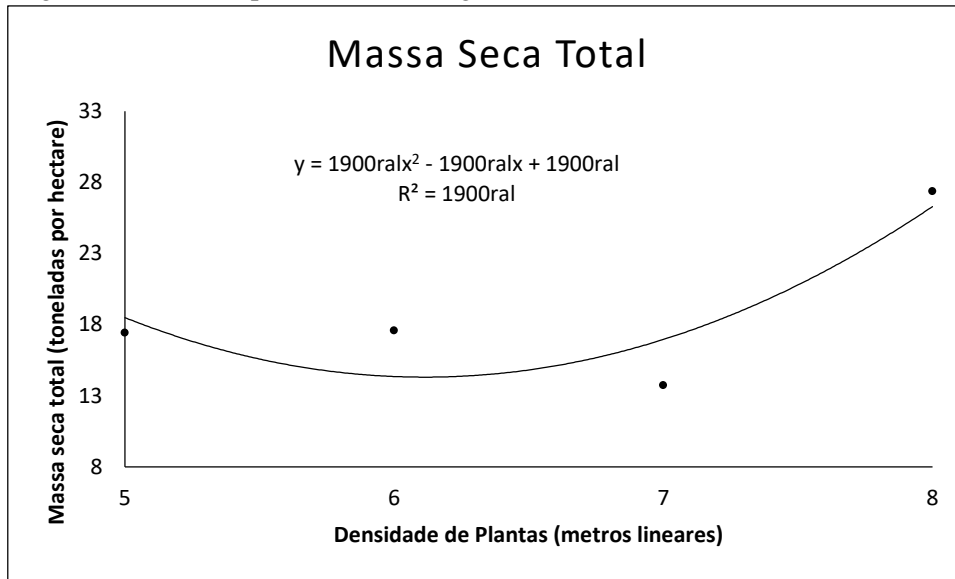
Na figura 5, observa-se um modelo quadrático para MStotal e, de modo geral, foram observados resultados positivos, mostrando que, mesmo em competição com o aumento da densidade, o resultado foi expressivo.

Figura 4- Gráfico representativo da regressão de massa seca do colmo por planta.



Fonte- Próprios autores.

Figura 5- Gráfico representativo da regressão de massa seca total



Fonte: Dos próprios autores.

No desdobramento das interações forrageiras x densidade para massa seca total (MSTotal) dos sorgos semeados com diferentes densidades de plantas (Tabela 6), verifica-se que o sorgo Agri002e obteve melhores resultados quando semeado na densidade de 8 plantas m^{-1} , evidenciando uma equação quadrática. Já para a densidade 5, 6, 7 e 8 dentro das forrageiras, o melhor resultado para a variável estudada foi no híbrido do sorgo Agri002e, entretanto, o híbrido Podium teve destaque junto com o Agri002e na densidade de 6 plantas por metro linear, esse fator tem a ver com o perfilhamento, resultando em maior tamanho e massa seca total.

Tabela 6 - Desdobramento das interações significativas forrageiras x densidade, para massa seca total. Santa Fé do Sul – SP

Tratamento	Densidade (plantas m^{-1})				Equação	r2 (%)
	5	6	7	8		
	MSTotal (t/ha)					
Volumax	8,3bA	12,7bA	8,2bA	9,8bA	ns	
Podium	14,5bA	15,7abA	10,8bA	17,3bA	ns	
Agri002e	29,3aB	24,2aB	22,2aB	55,0aA	$y = 9,475x^2 - 115,67x + 372,34$	0,92

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre as forrageiras e densidade de plantas por metro linear, assim como não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre a densidade de

plantas, para as variáveis MFFolha-R; MFColmo-R, MFPanícula-R e MFTotal-R, dos sorgos rebrotas (Tabela 7).

Tabela 7 – Média dos valores de massa fresca da rebrota da folha (MFFolha-R), massa fresca do colmo (MFColmo-R), massa fresca da panícula (MFPanícula-R) por planta e massa fresca total (MFTotal-R). Santa Fé do Sul, SP Safra 2019/2020

Tratamentos	MFFolha-	MFColmo-R	MFPanícula-R	MFTotal-R
	R	-----g -----		
	t/ha			
FORAGEIRAS – F				
Volumax	39,13 b	104,99 b	16,49 a	14,39 b
Podium	37,96 b	105,56 b	23,82 a	14,95 b
Agri002e	51,30 a	140,43 a	6,85 b	28,46 a
DENSIDADE – D				
5 plantas m ⁻¹	40,07	110,71	20,18	17,06
6 plantas m ⁻¹	40,51	111,66	19,33	20,46
7 plantas m ⁻¹	40,62	116,29	16,55	18,26
8 plantas m ⁻¹	49,99	129,32	21,51	21,39
Teste F - F	3,40*	2,32 ^{ns}	16,71**	28,06**
Teste F - D	1,08 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,27 ^{ns}
Teste F – F x D	0,59 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,61 ^{ns}
DMS – (F)	14,21	47,33	8,76	5,34
DMS – (D)	18,13	60,41	11,18	6,82
CV (%)	32,36	39,44	44,03	27,04

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Diferenças significativas foram observadas nas produções de MFFolha-R, MFColmo-R e MFTotal-R para o tratamento (Forrageiras). Na produção das variáveis citadas, foram observados maiores resultados quando trabalhado com o híbrido de sorgo Agri002e, sendo que seu resultado foi 50% superior aos demais sorgos. Deve-se ressaltar também que, para o estudo de rebrotas de sorgos, o híbrido Agri002e obteve Panícula, já que, em primeiro corte, observou-se ausência (Tabela 3 e 5).

De modo geral, os rendimentos de massa fresca alcançados com o sorgo estão entre os mais altos obtidos por gramíneas tropicais, em virtude da alta eficiência fotossintética apresentada por espécie. No primeiro corte, o Agri002e (69,49 t/ha) (Tabela 3) mostrou-se com a maior produção, diferindo, significativamente, dos demais híbridos e, para rebrota, sua produção teve como diferença 59,05% menor em relação ao segundo corte (rebrotas 28,46 t/ha) (Tabela 7). Já o híbrido Volumax, teve uma diferença de 28,84% menor em relação ao primeiro

corte 20,22 t/ha) e rebrota (14,39 t/ha). O terceiro híbrido analisado (Podium) correspondeu a 55, 69% menor da rebrota (14,95 t/ha) para o primeiro corte (33,74 t/ha). Essa diferença negativa de perda de produtividade está relacionada com a diminuição do fotoperíodo (dias curtos) (PORTUGAL *et al.*, 2003).

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre as forrageiras e densidade de plantas por metro linear, assim como não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre a densidade de plantas, para as variáveis MSFolha-R; MSColmo-R, MSPanicula-R e MSTotal-R, dos sorgos rebrotas (Tabela 8).

Diferenças significativas foram observadas nas produções de MSFolha-R, MSColmo-R, MSPanicula-R e MSTotal-R, para o tratamento (Forrageiras). Nas produções das variáveis citadas, exceto MSPanicula-R, foram observados melhores resultados quando trabalhado com o híbrido de sorgo Agri002e, sendo que seu resultado foi superior aos demais sorgos. Os outros dois híbridos (Volumax e Podium) não possuíram diferenças estatísticas entre si em todas as variáveis estudadas.

Tabela 8 – Média dos valores de massa seca das rebrotas da folha (MSFolha-R), massa seca do colmo (MSColmo-R), massa seca da panícula (MSPanicula-R) por planta e massa fresca total (MSTotal-R). Santa Fé do Sul, SP Safra 2019/2020

Tratamentos	MSFolha-R	MSColmo-R	MSPanicula-R	MSTotal-R
	-----g -----			t/ha
Forrageiras – F				
Volumax	12,99 b	50,44 b	10,10 a	6,35 b
Podium	12,16 b	47,99 b	9,77 a	6,73 b
Agri002e	24,91 a	69,05 a	4,63 b	16,01 a
Densidade – D				
5 plantas m ⁻¹	13,77	44,05	9,36	8,79
6 plantas m ⁻¹	17,25	56,36	8,14	9,69
7 plantas m ⁻¹	16,66	57,03	6,92	9,90
8 plantas m ⁻¹	19,07	65,84	8,25	10,41
Teste F - F	25,57**	3,29*	7,60**	81,89**
Teste F - D	1,82 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Teste F – F x D	1,18 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,74 ^{ns}
DMS – (F)	5,01	22,55	3,95	2,74
DMS – (D)	6,39	28,79	5,04	2,14
CV (%)	29,27	39,38	47,15	21,59

Fonte: Dos próprios autores. Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Nesse contexto, dentre os benefícios do estudo de híbridos de sorgo e densidades, devem ser considerados as vantagens relacionadas ao poder de rebrota e à resistência ao déficit hídrico dos sorgos, como também a melhoria da silagem a ser produzida.

4 CONCLUSÃO

O híbrido de sorgo Agri002e, na região onde foi realizado o experimento, foi o que mais obteve resultados positivos em condições de escassez de chuva que a região enfrenta e, de modo geral, foi o híbrido que se destacou nas variáveis analisadas, sendo uma boa opção para produção de silagem na alimentação animal.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Minas Gerais, v.12, n.2, p. 164-182, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p164-182>.

ALVES, E. M. *et al.* Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Vitória da Conquista-BA, v.13, n.2, p. 157-164, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/8261>.

ALVES FILHO, D. C. *et al.* Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*, L.) fertilizada com dois tipos de adubo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p. 143-149, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000100023>.

AVELINO, P. M. *et al.* Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p. 534-541, 2011. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/974>.

CHAVES, A. V. **Avaliação de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem**. 1997. 35 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo do sorgo**. Brasília, [2008?]. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3809&p_r_p_-996514994_topicoId=3530#.

EVANGELISTA, A. R. *et al.* Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.)

DEWIT). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.429-435, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000200022>.

FERREIRA, D. F. Sisvar:Um sistema de análise estatística de computador. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FERREIRA, P. D. S. *et al.* Características agrônômicas de quatro híbridos de sorgo destinados à produção de forragem, avaliados em quatro idades de corte. *In: 48a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Belém, PA, 2011. Belém: UFRA, 2011. 3p. Disponível em: http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/arq_reuniao_anual/sbz2011.rar.

LANZA, A. L. L. **Avaliação forrageira do sorgo biomassa (BRS 716) em diferentes épocas de corte e estratégias de adubação em cobertura**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas, 2017. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj6_sWNkb3xAhWRpJUCHWaqA3oQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ufsj.edu.br%2Fportal2-repositorio%2FFile%2Fppgca%2FDisseratcao%2520Ana%2520Lucia_15_09_2017.pdf&usg=AOvVaw0LTRc0PMD63WdWm2ta6HiT.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; LAVINSKY, A. O. Fisiologia da Produção. *In* PEREIRA-FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (ed.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015 (Coleção 500 perguntas 500 respostas). Cap.2, p. 27-40. Disponível em: <https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/publicacao.php?publicacaooid=90000032>.

Nascimento, W. G. *et al.* Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Paranaíba-PR, v.37, n.5, p.896-904, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000500018>.

NEUMANN, M. *et al.* Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v. 4, n.2, p. 224-242, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n2p224-242>.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M. *et al.* **Mapa pedológico do estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 1999. 64 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/336272>.

PORTUGAL, A. F. *et al.* Rendimento de matéria seca e proteína de cultivares de sorgo forrageiro no primeiro corte e na rebrota. **Revista Ceres**. Viçosa-MG, v.50, n.289, p. 357-366, 2003. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2874>.

RAIJ, B. Van. *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 284 p, 2001. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/livro.php>

OLIVEIRA, V. S.; MARTINS, W. G.; BRANT, C. J. *et al.* **Avaliação de variedades de sorgo para forragem na safrinha.** Salvador, BA. 2014. 7 p. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwitpOb2yb3xAhUjr5UCHVAkBGAAQFjAAegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Fwww.adsunix.unitri.edu.br%2Fferac%2Findex.php%2Fferac%2Farticle%2Fdownload%2F499%2F272&usg=AOvVaw2roD86H_TGqQMNoZ94dajV

SILVA, A. G.; BARROS, A.S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.1, p. 116-127, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v6n1p116-127>.

SOUZA, V. G. *et al.* Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p. 753-759, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000300028>.

TABOSA, J. N. *et al.* Avaliação de Genótipos de Sorgo sob Níveis de Salinidade e Doses de Radiação Gama. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Recife, v.6, n.3, p. 339-350, 2007. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/237>.

TONANI, F. L. **Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação de grãos.** Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

VIANA, A. C.; MIRANDA, J. E.; FERREIRA, J. J. Avaliação de cultivares de milho e sorgo para produção de silagem. *In*: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas. 2001, p.263-287. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/472887/avaliacao-de-cultivares-de-milho-e-sorgo-para-a-producao-de-silagem>.

VILELLA, D. **Sistema de consorciação de forragem.** Coronel Pacheco- MG: Embrapa-CNPGL, 15 p. (Embrapa-CNPGL.Boletim Pesquisa, 11), 1985.

VON PINHO, R. G. *et al.* Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Recife, v.5, n.2, p. 266-279, 2006. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/189>.