



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA  
NUTRIÇÃO E IRRIGAÇÃO DE PLANTA

JOÃO PAULO NUNES DA COSTA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PRIMEIRA REBROTA DE CULTIVARES DE  
SORGO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ- RN

2017

JOÃO PAULO NUNES DA COSTA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PRIMEIRA REBROTA DE CULTIVARES DE  
SORGO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. José Francismar de Medeiros

MOSSORÓ-RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837 Costa, João Paulo Nunes da.  
Crescimento e Produção da Primeira Rebrotas de  
Cultivares de Sorgo Sob Diferentes Lâminas de  
Irrigação / João Paulo Nunes da Costa. - 2017.  
71 f. : il.

Orientador: José Francismar de Medeiros.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2017.

1. Sorghum bicolor. 2. Semiárido. 3. Irrigação.  
I. Medeiros, José Francismar de, orient. II.  
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

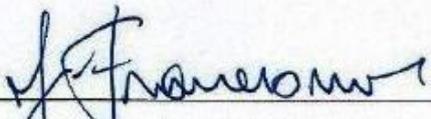
JOÃO PAULO NUNES DA COSTA

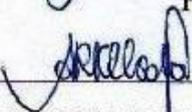
**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PRIMEIRA REBROTA DE CULTIVARES DE  
SORGO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO.**

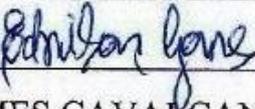
Dissertação apresentada ao Mestrado em  
Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia da Universidade Federal Rural do  
Semi-Árido como requisito para obtenção do  
título de Mestre em Fitotecnia.

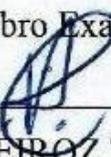
Defendida em: 17/02/2017.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
ANDRÉA RAQUEL FERNANDES CARLOS DA COSTA Dr. (a). (UFERSA)  
Membro Examinador

  
\_\_\_\_\_  
EDMILSON GOMES CAVALCANTE JUNIOR, Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador

  
\_\_\_\_\_  
HALAN VIEIRA DE QUEIROZ TOMAZ, Dr. (MONSANTO)  
Membro Examinador

(In Memoriam) à minha mãe, Marizete Nunes da Costa, que deixou uma imensa saudade desde sua partida. Mais que uma mãe, uma mulher guerreira, amiga, e, acima de tudo, uma eterna incentivadora de meus estudos.

Ao meu pai, Josué Nogueira da Costa.

À minha esposa Rafaela Mendes de Andrade Nunes, por todo o amor, apoio, companheirismo e paciência, que tem me dedicado durante essa trajetória, tornando-a mais feliz.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar a dádiva da vida e a oportunidade de realizar o Mestrado.

À minha esposa, Rafaela Mendes de Andrade Nunes, por todo amor, paciência e compreensão que teve comigo ao longo dessa dissertação.

Ao meu Pai Josué Nogueira da Costa pelo apoio, pela orientação e pela minha formação como pessoa.

A meu orientador José Francismar de Medeiros, pelo apoio, pela orientação, revisão e pela valiosíssima amizade.

Aos meus irmãos: Antônio, Carlos, Paulo, Emerson, Cleodon, Alexandre, Herlandio, Fátima, Célia, Ocília e Liduina. Mesmo estando longe não me esqueço de vocês!

A todos os meus amigos da UFERSA pela agradável convivência ao longo do curso.

Um agradecimento especial aos meus amigos: Dr. Edmilson, Dr. Mesquita, MS. Flaviano, Yuri, Dr. Raimundo, Dr. Ranieri, Eng. Agro. Rodolfo, MS. Amsterdã, Dr. Alan, Dr. Andréia, MS. Max.

Ao Professor Rafael Batista de Oliveira por mim orientar durante o Estágio de Docência.

Aos demais professores e funcionários da UFERSA, pelo aprendizado e auxílio, que de alguma forma contribuíram para a conclusão do presente trabalho.

## RESUMO

Costa, João Paulo Nunes da. **Crescimento e Produção da Primeira Rebrota de Cultivares de Sorgo Sob Diferentes Lâminas de Irrigação**. 2017. 82f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2017.

O sorgo é uma planta indicada para a produção de silagem em regiões secas por apresentar tolerância ao estresse hídrico e qualidade nutricional. Entre as vantagens da cultura do sorgo, apresenta rebrota das soqueiras que possibilita a realização de outras safras sem a necessidade de se instalar a cultura novamente, reduzindo o custo de produção e a pressão sobre o solo. Diante da necessidade de se obter informações sobre a cultura do sorgo para região do semiárido principalmente de novas variedades, tem-se como objetivo deste trabalho caracterizar o comportamento da rebrota de cultivares do sorgo sacarino e forrageiro no semiárido potiguar sob diferentes lâminas. O experimento foi realizado no município de Upanema - RN, o delineamento experimental de blocos casualizados completos, em esquema de parcelas subdivididas 4 x (5 x 2), com quatro repetições, sendo quatro lâminas de irrigação aplicada (50, 75, 100 e 125% da ETC) estimada a partir dos Kc e da ETo obtida por Penman-Monteith a partir de dados climáticos medidos em Mossoró/RN, na parcela e as cinco cultivares (duas sacarinas - BRS 508 e BRS 511 e três forrageiras - IPA 467-4-2; IPA SF-15 e BRS Ponta Negra) em fatorial com duas densidades de plantio nas subparcelas. O espaçamento utilizado foi o duplo de 1,05 x 0,35 x 0,15 m, e a parcela experimental constituída de seis linhas de 5 m de comprimento. A área útil foi constituída por 3,0 m das duas linhas centrais, onde foram coletados todos os dados. As variáveis estudadas foram: Índice de Área Foliar (IAF), Altura de Plantas (m), Diâmetro de Colmo (cm) e Produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software, SAEG versão 8.1. Avaliando-se a produtividade de massa fresca total da parte aérea da rebrota de cinco cultivares de sorgo em função das lâminas de irrigação e a produção de massa seca verificou-se que a cultivar IPA SF-15, associada a lâmina de 100% da ETC, junto com a IPA 467-4-2 e BRS Ponta Negra foram mais produtivas. Aplicação de lâmina de irrigação equivalente a 50% da ETC proporcionou redução de apenas 17% de biomassa fresca e de 23% de biomassa seca em relação a lâmina (100%ETC).

**Palavras-chaves:** *Sorghum bicolor*. Semiárido. Estresse hídrico.

## ABSTRACT

Costa, João Paulo Nunes da. **Growth and Production of First Resprout of Sorghum Cultivars Under Different Irrigation Sheets**. 2017. 82f. Dissertation (Masters in Phytotechnology) - Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2017.

Sorghum is a plant indicated for the production of silage in dry regions because it presents tolerance to hydric stress and nutritional quality. Among the advantages of the culture of the sorghum it is presented the regrowth of the ratoons that allows the realization of other crops without the need to install the crop again, reducing the cost of production and the ground pressure. Due to the need to obtain information about the sorghum culture for the semi-arid region especially of new varieties, the objective of this paper is to characterize the sprout behavior of sorghum and forage sorghum cultivars in the potiguar semiarid under different irrigation slides and also to determine the irrigation blade for the sorghum crop. The experiment was carried out in the municipality of Upanema-Rn, Brazil. The trial design was a randomized complete block in a scheme of subdivided portions (4 x 5 x 2), with four replications, being four irrigation blades applied (50, 75, 100 and 125% of ET<sub>c</sub>) estimated from K<sub>c</sub> and E<sub>T</sub> obtained by Penman-Monteith from climate data measured in Mossoró, RN in the portion and the five cultivars (two saccharines - BRS 508, BRS 511 and three forage crops-IPA 467-4-2-B Ponta Negra) in factorial with two densities in the subplots. The spacing used was the double of 1.05 x 0.35 x 0.15 m, and the experimental plot consisted of six lines of 5 m in length. The floor area consisted of 3.0 m of the two central lines, where all the data were collected. The variables studied were: Leaf Area Index (LAI), Plant Height (m), Stem Diameter (cm) and Productivity. The data were submitted to analysis of variance (F test) and the averages were compared by the Tukey test at the 5% probability level, using the software, SAEG version 8.1. Evaluating the productivity of total fresh mass of the aerial part of resprout of five cultivars of sorghum as a function of the irrigation slides and dry mass production, it was verified that the IPA SF-15 cultivar, associated with a 100% ET<sub>c</sub> blade, along with IPA 467-4-2 and BRS Ponta Negra were more productive. The application of irrigation blade equivalent to 50% of ET<sub>c</sub> provided a reduction of only 17% of fresh biomass and 23% of dry biomass in relation to the blade (100% ET<sub>c</sub>).

**Keywords:** Sorghum bicolor; Semiarid; Hydric stress

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da localização da área experimental.....	26
Figura 2. Precipitação pluviométrica diária verificada na área experimental, de Fevereiro a Maio, Upanema – RN, 2015.....	29
Figura 3. Dados de umidade relativa do ar, médias, máxima e mínima diária obtidos da estação meteorológica da UFERSA de Fevereiro a maio, Mossoró RN 2015.....	30
Figura 4. Dados de temperatura obtidos da estação meteorológica da UFERSA de fevereiro a Maio, Mossoró, RN 2015. Temperatura média (T. MÉDIA), Temperatura máxima (T.MÀX.), Temperatura mínima (T.MIN).....	31
Figura 5. Valores de ETo calculados pela equação de pennan-monteith pelo método FAO(Allen et al;2006) , dados coletados na estação meteorológica da UFERSA para no período de Fevereiro a Maio, Mossoró – RN.....	32
Figura 6. Dados relativos do KC em função do ciclo da rebrota das cultivares de sorgo. Coletados na estação meteorológica da UFERSA de Fevereiro a Maio, Mossoró RN 2015...	33
Figura 7. Croqui da área experimental .....	35
Figura 8. Condução da primeira rebrota das cultivares.....	36
Figura 9. Altura de planta até a folha bandeira entre a rebrota de cultivares de sorgo. As Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).....	43
Figura 10. Altura de plantas entre a rebrota de cultivares de sorgo, Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). .....	44
Figura 11. Diâmetro da base em função das lâminas de irrigação (% da ETc). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). .....	47
Figura 12. Diâmetro do colmo da rebrota das cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). .....	48
Figura 13. Diâmetro do terço médio do colmo entre a rebrota de cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).....	49
Figura 14. Números de folhas entre a rebrota de cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).....	50
Figura 15. Índice de área foliar (IAF) entre as rebrotas de cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).....	51
Figura 16. Avaliação do número de plantas por metro entre a rebrota de cultivares de sorgo a 5 % de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).....	52

Figura 17. Produção de massa fresca em função das lâminas de irrigação ETC (%), Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).....	55
Figura 18. Produção de massa fresca em função da rebrota das cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).....	56
Figura 19. Produção de massa seca em função das lâminas de irrigação ETC (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).....	59
Figura 20. Produção de massa seca entre as cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). .....	60
Figura 21. Números de plantas por área (stand) entre as cultivares de sorgo, Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). .....	62
Figura 22. Produção de massa Fresca/planta em função das lâminas de irrigação ETc (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).....	63
Figura 23. Produção de massa Fresca por planta entre as cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). .....	64
Figura 24. Produção de massa seca/planta em função das lâminas de irrigação ETc (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).....	65
Figura 25. Produção de massa seca/planta entre as cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica do solo antes do plantio, Upanema - RN.....	28
Tabela 2. Resultado da química do solo no final do segundo ciclo, Upanema - RN 2015. ....	40
Tabela 3. Resumo dos parâmetros agrometeorológicos, utilizados para o calculo da irrigação, ao longo do ciclo da rebrota de sorgo em Upanema – RN.....	41
Tabela 4. Resumo da ANOVA para Altura da folha bandeira (+1), Altura Total, Diâmetro da Base, Diâmetro do Meio, N° de Folhas, Índice de Área Foliar (IAF) e Stand, em, rebrotas de sorgo no Município de Upanema – RN, 2015. Com os valores médios do teste Tukey a (P<0,05).....	42
Tabela 5. Valores da ANOVA para Massa Fresca total, Massa seca total, Massa Fresca/planta, Massa Seca/planta, na 1° Rebrotas de sorgo no Município de Upanema - RN. ....	53
Tabela 6. Valores médios para rendimentos de massa fresca no 1° e 2° ciclo entre as cultivares de sorgo. ....	56
Tabela 7. Valores médios dos rendimentos de massa seca no 1° e 2° ciclo entre as cultivares de sorgo. ....	60
Tabela 8. Valores médios de rendimentos entre as cultivares para massa verde e massa seca, massa verde por planta e massa seca por planta, altura de planta, ciclo e estande final da rebrota de sorgo, obtidos em Upanema – RN.....	67

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO SORGO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO SORGO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA CULTURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 MATERIAIS GENÉTICOS E CAPACIDADE DE REBROTAS DA CULTURA DO SORGO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. A CULTURA DO SORGO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTIO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.7 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA DO SORGO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.8 DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DO SORGO.....</b>	<b>24</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 DADOS CLIMÁTICOS MEDIDOS DURANTE O CULTIVO NA REGIÃO.....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Precipitação .....	28
3.2.2 Umidade relativa do ar .....	29
3.2.3 Temperatura .....	30
3.2.4 Valor da ETo .....	31
3.2.5 Coeficiente da cultura.....	32
<b>3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>33</b>
<b>3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS .....</b>	<b>37</b>
3.5.1 Crescimento das plantas .....	37
3.5.1.1 Altura de planta (m).....	37
3.5.1.2 Diâmetro do colmo (cm) .....	37
3.5.1.3 Número de folhas .....	37
3.5.1.4 Índice de área foliar .....	38
3.5.1.5 Números de perfilho por metro .....	39
3.5.1.6 Produtividade de matéria fresca e seca (t. ha <sup>-1</sup> ).....	39
3.5.1.7 Massa seca por planta .....	39
3.5.1.9 Avaliação química e física do solo .....	39

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS BIOMETRICAS DAS REBROTAS</b>	<b>42</b>
4.1.1 Altura da planta .....	43
4.1.2 Altura total da planta .....	44
4.1.3 Diâmetro da base do colmo .....	46
4.1.4 Diâmetro do terço médio do colmo .....	48
4.1.5 Números de folhas .....	49
4.1.6 Índice da área foliar na primeira rebrota .....	50
4.1.7. Stand final .....	51
<b>4.2 RENDIMENTO DE MASSA FRESCA TOTAL, MASSA SECA TOTAL E MASSA FRESCA E SECA POR PLANTA DA PRIMEIRA REBROTA .....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Massa fresca total da rebrota de sorgo .....	53
4.2.2 Massa seca total da rebrota .....	57
4.2.3 Números de plantas por área (stand) .....	61
4.2.4 Produção de massa fresca por planta .....	62
4.2.5 Produção de massa seca por planta .....	64
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente tem crescido a demanda por alimentos e biocombustíveis renováveis, devido ao crescimento da população mundial associada à baixa disponibilidade dos recursos hídricos, sobretudo em regiões áridas e semiáridas, onde a água é o fator limitante para a produção agrícola. Diante dessas condições, várias alternativas foram estudadas para suprir essa demanda, e entre essas alternativas destaca-se a cultura do sorgo, bastante promissora principalmente para as regiões áridas e semiáridas, para a produção de forragens e biocombustíveis devido à maior tolerância ao déficit hídrico.

A planta do sorgo se adapta a uma gama de ambientes, principalmente, sob condições de deficiência hídrica, desfavoráveis à maioria de outros cereais. Tardin e Rodrigues (2008), devido a sua resistência à seca, é considerado como uma cultura mais apta para as regiões áridas, em virtude de sua alta eficiência pelo uso da água, mesmo quando se irriga com lâmina deficitária. Apresenta grande vantagem devido a rebrota, podendo ter mais de um ciclo com produção maior até que o primeiro corte, pois a intensidade da rebrota é proporcional a sanidade da época do primeiro corte e o rendimento da rebrota depende do número de plantas (perfilho) existentes na plantação, do material genético, das condições de cultivo e do ambiente.

Segundo muitas pesquisas a capacidade de rebrota de sorgo é muito dependente das características genéticas da cultivar e das práticas de manejo adotadas, principalmente da disponibilidade hídrica. (TOMAZ, *et al.* 2015), avaliando a produção de variedades de sorgo em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio, verificaram que ocorreu um aumento na produção de biomassa fresca de acordo o crescimento da lâmina de irrigação. (SIMPLÍCIO, *et al.* 2016), estudando diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidos a quatro cortes sucessivos no semiárido alagoano, concluíram que, as variedades de sorgo forrageiro de ciclo tardio sob irrigação apresentaram elevado vigor de rebrota.

A proposta de se trabalhar com a cultura do sorgo tem como premissa a identificação de cultivares que expressam o máximo potencial de rebrota e tolerância ao déficit hídrico do qual se torna necessário e essencial no enfrentamento das dificuldades existentes nos momentos atuais e futuros do semiárido potiguar. Diante da necessidade de se obter informações sobre a cultura do sorgo para região do semiárido principalmente de novas

variedades, tem-se como objetivo deste trabalho caracterizar o comportamento da primeira rebrota de cultivares de sorgo, sacarino e forrageiro, submetidas a diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO SORGO

A origem do sorgo provavelmente seja da África, embora algumas evidências indiquem que possa ter havido duas regiões de dispersão independentes: África e Índia. A domesticação do sorgo, segundo registros arqueológicos, deve ter acontecido por volta de 3000 A.C, ao tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era introduzida no Egito Antigo à partir da Etiópia. O Sorgo Durra, nome de um dos tipos raciais da espécie, é encontrado extensivamente desde a Etiópia, passando pelo Vale do Nilo até o Oriente Próximo, atingindo a Índia e a Tailândia, no entanto, sorgos do tipo Durra já eram observados na Coreia e nas Províncias Chinesas adjacentes, provavelmente introduzidos através das chamadas “rotas da seda” que partiam da Ásia Menor em direção ao Extremo Oriente (RIBAS, 2007).

O sorgo pertence às Andropogonae e à família herbácea Poaceae. O gênero *Sorghum* é caracterizado por espigas que nascem aos pares. Trata-se de uma planta anual, embora seja uma erva perene e, nos trópicos, possa ser feita a sua colheita várias vezes ao ano (FAO, 1995). Em 1753, Linnaeus descreveu três espécies de sorgo cultivado: *Holcus sorghum*, *Holcus saccharatus* e *Holcus bicolor*. Em 1794, Moench distinguiu o gênero *Sorghum* do gênero *Holcus*. Mais tarde, em 1805, Person propôs o nome de *Sorghum vulgare* para *Holcus sorghum* (L.). Em 1961 Clayton propôs o nome *Sorghum bicolor* (L.) Moench como o correto para o sorgo cultivado, nome que se utiliza atualmente (FAO, 1995).

### 2.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO SORGO

O cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é muito antigo, tendo-se notícia de sua exploração nos continentes: africano e asiático, em países como Egito, China e Índia, que era cultivado muito antes da Era Cristã. Contudo, o desenvolvimento da cultura em muitas regiões agrícolas ocorreu somente no final do século XIX.

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é o quinto cereal mais importante no mundo, antecedido pelo trigo, arroz, milho e cevada. Entre as espécies alimentares é uma das mais versáteis e eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação, (RIBAS, 2003). Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus

grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos; até as inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes, (TANAKA, 2010).

Nos últimos anos, a cultura do sorgo em nosso país, apresentou expressiva expansão, chegando a ser colhida na safra 2014/2015 uma área de 751,0 mil hectares com uma produção de grãos de 2,014 milhões toneladas (CONAB, 2015). Do ponto de vista agrônomo, este crescimento é explicado, principalmente, pelo alto potencial de produção de grãos e matéria seca da cultura, além de sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais. Deste modo, a cultura do sorgo tem sido uma excelente opção para produção de grãos e forragem em todas as situações em que a deficiência hídrica e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho.

No Brasil, a cultura do sorgo era inexpressiva até 1970 num patamar inferior a 500 mil toneladas anuais, cresceu significativamente desde então devido a um grande incentivo governamental ao plantio do sorgo para estabelecer-se e firmar-se como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de grãos no país, onde na safra de 2003/2004, segundo os dados da CONAB em 2005 a produção alcançou mais de dois milhões de toneladas de grãos, colocando o país entre os dez maiores produtores mundiais.

Atualmente no Brasil, a área plantada é de 594,6 mil hectares com uma produtividade de 2.318 kg/ha e de produção de sorgo 1.378,7 mil toneladas de acordo com 10º levantamento da safra de grãos CONAB (2015-2016). Percebe-se uma diminuição forte na área, assim como uma redução na produção, devido à conjuntura muito mais favorável ao milho, que é um produto que aproveita melhor a moeda desvalorizada devido à grande demanda externa.

O sorgo representa vantagens de cultivo em regiões de solos arenosos e clima seco por apresentar melhor rendimento de nutriente por unidade de área sendo uma alternativa importante para auxiliar o abastecimento do mercado de grãos e, por suas características nutricionais tem sido pesquisado como ingrediente energético alternativo ao milho para alimentação humana e animal e por apresentar preço inferior (SCHEURMANN, 1998).

O sorgo pertence ao grupo de plantas C4, gerando como primeiro produto da fotossíntese um composto com 4 carbonos, o que proporciona um metabolismo mais eficiente minimizando a perda de água pela regulação da abertura dos estômatos e possibilita maior tolerância a elevados níveis de radiação solar respondendo com altas taxas fotossintéticas,

(CUNHA, 2010). Pode-se dizer então, que o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, desde que as demais condições sejam favoráveis, pois embora seja uma cultura resistente a estresse hídrico, o sorgo também sofre efeito do déficit hídrico, o que pode causar uma considerável redução na produtividade.

Para o Brasil, é estrategicamente importante ter uma área ocupada com sorgo para a garantia do abastecimento de grãos. A produção brasileira de grãos depende quase que exclusivamente da precipitação pluviométrica. Em anos com ocorrência de condições desfavoráveis, normalmente há déficit na produção de grãos e o sorgo, sendo uma cultura de vocação para cultivo em condições adversas de clima e solo, poderia reduzir o impacto desse fator no abastecimento de grãos, (BOTELHO, *et al.* 2010).

### **2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA CULTURA**

O sorgo é uma planta da família *poaceae*, do gênero *sorghum*, e da espécie *Sorghum bicolor* L. *Moench*. É uma planta C4, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas. Em sua ampla maioria, os materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. Apresenta uma estrutura radicular que é composta por raízes que possuem sílica na endoderme, com grande quantidade de pêlos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, que conferem à cultura maior tolerância ao déficit hídrico e o excesso de umidade no solo, do que os demais cereais. O colmo por sua vez é dividido em nós e entrenós e folhas ao longo de toda a planta, Sua inflorescência é uma panícula e seu fruto é uma cariopse ou grão seco. Apresenta uma altura variando de 1 a 4 metros, gerando uma inflorescência terminal do tipo paniculado. Uma espiga séssil, fértil, acompanhada por duas espiguetas estéreis pedunculadas que caracterizam o gênero (MAGALHÃES, 2010, DINIZ, 2010).

O sorgo é uma planta de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. Possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, inclusive às temperadas (frias), desde que nesses locais ocorram estações quentes com condições capazes de permitir o desenvolvimento da cultura. A produtividade do sorgo está relacionada com diversos fatores integrados (interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de produtos da fotossíntese para os grãos, capacidade de dreno). As relações de fonte e dreno dependem de condições ambientais e

características genéticas, e as plantas procuram se adaptar a tais condições apresentando respostas diferenciadas (LANDAU; SANS, 2008).

O sorgo é uma planta C4, de dias curtos com altas taxas fotossintéticas. As etapas de crescimento da cultura do sorgo são três: a primeira fase de crescimento, estágio de crescimento 1 (EC1), vai do plantio até a iniciação da panícula. A fase seguinte (EC2) compreende a iniciação da panícula até o florescimento e; a terceira fase de crescimento (EC3) vai da floração à maturação fisiológica (MAGALHÃES; DURÃES, 2003).

A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21 ° C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais, e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo, segundo a EMBRAPA (2008).

#### **2.4 MATERIAIS GENÉTICOS E CAPACIDADE DE REBROTAS DA CULTURA DO SORGO**

O sorgo deve ter chegado ao Brasil da mesma forma como chegou à América do Norte e Central através dos escravos africanos, possivelmente foram as primeiras sementes de sorgo trazidas ao Brasil entraram pelo Nordeste, no período de intenso tráfico de escravos para trabalhar na atividade açucareira. A partir da segunda década do século XX até fins dos anos 60, a cultura é reintroduzida de forma ordenada no país através dos institutos de pesquisa públicos e universidades. Coleções foram introduzidas da África e dos Estados Unidos e deram origem a cultivares forrageiras comerciais cujos nomes até hoje são lembrados pelos produtores, como as variedades Santa Eliza, Lavrense, Atlas e Sart (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2007).

O sistema de produção e distribuição de sementes melhoradas, só viria a se desenvolver mais tarde, entre fins dos anos 60 e começo dos 70. Quando o setor privado entrou no agronegócio do sorgo. E foi nesse momento que os híbridos de sorgo granífero de porte baixo recém-lançados na Argentina chamados de "sorgo anão" chegaram ao Brasil através da fronteira gaúcha com os países platinos (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2007).

Os materiais genéticos forrageiros rendem em média 40-60% do primeiro corte, sendo que em determinadas situações a rebrota pode chegar a produzir até mais que o primeiro corte. O uso da rebrota no passado era visando uma segunda produção de grãos, sendo que a

variabilidade de rendimentos entre outros fatores depende muito da cultivar utilizada (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2012).

Segundo Rezende (2011) o sorgo é uma planta com alta capacidade de rebrota, devido à capacidade de conservar ativo o seu sistema radicular. Alguns autores observaram altas taxas de rebrota (cerca de 90%) em híbridos avaliados para corte. A intensidade da rebrota é proporcional à sanidade da primeira época de corte, e o rendimento da rebrota depende do número de plantas (perfilho) existentes na plantação.

Segundo Foloni (2008) uma grande vantagem do sorgo é a capacidade de rebrota das soqueiras após a colheita dos grãos ou da parte aérea das plantas. Sendo assim, é possível viabilizar outras safras, de grãos ou de silagem, sem a necessidade de se instalar a cultura novamente, ou mesmo conduzir a rebrota da lavoura para pastejo em programas de Integração Agricultura-Pecuária (IAP), ou utilizar a regeneração das plantas para produção de palhada para cobertura do solo no Sistema de plantio direto (SPD). De acordo com Zago (1997), semeaduras de sorgo efetuadas em fevereiro em regiões do Brasil Central proporcionaram produções acumuladas de 9 a 12 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca, em três cortes consecutivos sem irrigação, o que representou produções de 40 a 60 t ha<sup>-1</sup> de forragem fresca. Quando a rebrota do sorgo é conduzida para colheita de grãos, a produtividade pode alcançar valores médios de 80% do rendimento obtido na primeira colheita (SANTOS, 2006).

## **2.5. A CULTURA DO SORGO**

Atualmente existem cinco tipos de sorgo, o granífero, o sacarino, o vassoura, o forrageiro e o sorgo de dupla aptidão para produção de biomassa e energia.

O sorgo granífero apresenta como produto principal o grão sendo de porte baixo, com altura de até 170 cm, produz na extremidade superior, uma panícula (cacho) compacta de grãos, como o resto da planta ainda se encontra verde, pode ser usada também como feno ou pastejo.

O Sorgo Sacarino apresenta colmo doce e succulento como o da cana-de-açúcar, apresenta um porte alto, com altura de planta superior a dois metros, a panícula (cacho) é aberta e produz poucos grãos (sementes). Pode ser utilizado como sorgo forrageiro, na forma de silagem e de corte.

O Sorgo vassoura apresenta como característica a panícula (cacho) na forma de vassoura. Tem importância regionalizada, principalmente no Rio Grande do Sul, onde é usado na fabricação de vassouras. É também conhecido em algumas regiões do Brasil por melga. O Sorgo forrageiro apresenta um porte alto, com altura de planta superior a dois metros, muitas folhas, panículas (cachos) abertas, com poucas sementes, elevada produção de forragem e adaptado as regiões mais áridas e semiárido ou agreste.

O Sorgo de dupla aptidão produz silagem com valor nutritivo semelhante à silagem de milho em razão da elevada participação de grãos. A produção de matéria verde é, em média, 50 t/ha, no primeiro corte e, a produção da rebrota pode atingir até 50% da produção obtida no primeiro corte, se as condições de clima e solo forem favoráveis. Podendo apresentar características variadas, sendo mais comum porte elevado e elevada produção de folhas e panículas.

A cultura do sorgo forrageiro tem contribuído substancialmente, no que se refere à oferta de volumosos, principalmente na época de escassez, para os rebanhos da região Semiárida. O sorgo sacarino (*Sorgum bicolor*) se trata de uma planta que apresenta elevada produção de biomassa, porte alto e colmos suculentos com elevados teores de açúcares fermentescíveis no caldo, assim como a cana de açúcar (RATNAVATHI *et al.* 2010).

O processamento agroindustrial do sorgo sacarino tem grande potencial para ser associado ao setor sucroalcooleiro nos períodos de entressafra da cana ou na renovação de canaviais, pois utiliza os mesmos equipamentos, cobrindo a ociosidade na entressafra. Além disso, o sorgo sacarino apresenta vantagens como baixo requerimento de água e de fertilizantes, em termos relativos; sistemas de produção estabelecidos; tolerância à seca e ao calor; e grande diversidade genética (MURRAY *et al.* 2008). Ressalta-se entre as vantagens do sorgo sacarino, é a sua propagação, feita via sementes, produção de massa verde de fácil mecanização desde a semeadura até a colheita, alto potencial forrageiro, além do porte alto em um rápido ciclo produtivo de aproximadamente quatro meses. Apresenta aptidão para cultivo em áreas tropicais, subtropicais e temperadas, (PARRELLA *et al.*, 2010).

Segundo Botelho *et al.* (2010), no Brasil, devido às condições climáticas, a disponibilidade de forragens é irregular ao longo do ano, com períodos alternados de excesso e escassez de pastagens. Visando reduzir os reflexos negativos da estacionalidade na produção de forragens sobre o desempenho do rebanho, é necessário que o excesso de forragens

produzido no período chuvoso seja conservado para ser utilizado no período seco, garantindo aos animais boa qualidade da alimentação volumosa ao longo de todo o ano.

## **2.6 ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTIO**

O sorgo é uma espécie C4 com grande eficiência na utilização da radiação solar por meio da fotossíntese, que é afetada pela quantidade de luz ativa interceptada pela estrutura do dossel e pela distribuição ao longo do dossel (MAGALHÃES; DURÃES, 2003). Diversas práticas culturais são importantes na produção vegetal. Entre as práticas culturais empregadas para a obtenção de maior produção das espécies vegetais, a escolha do melhor arranjo de plantas é importante por favorecer o controle de invasoras e maiores eficiências no aproveitamento dos recursos do ambiente, como luz e água.

Ao definir o melhor arranjo das plantas na área, espera-se adequar o melhor espaçamento e a melhor população para cada cultivar. Considerando o sorgo forrageiro e o sorgo granífero, diversos autores reportam a importância do arranjo de plantas na obtenção de maiores rendimentos, sendo o espaçamento simples de 0,70 m o mais utilizado e variando a população de plantas entre 80.000 a 140.000 plantas por hectare (BAUMHARDT; HOWELL, 2006; ALBUQUERQUE, 2010). Estes autores demonstraram aumento na produtividade de grãos e/ou de matéria seca em função do arranjo de plantas na área; entretanto, para o sorgo sacarino, experimentos com essas informações são incipientes.

## **2.7 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA DO SORGO**

Atualmente, a irrigação é uma prática fundamental, para garantir a estabilidade das colheitas, elevarem o índice de produtividade das culturas e permitir a incorporação de áreas com precipitações reduzidas ou mal distribuídas ao longo do ciclo. Moura *et al.* (1993) destacaram que o sucesso da irrigação envolve muito mais fatores do que a instalação e operação de um equipamento de irrigação. Para a maximização da produtividade, é necessário aplicar a quantidade requerida de água no momento adequado.

A evapotranspiração é alvo da investigação experimental que visa determinar as necessidades hídricas das culturas, sendo exaustivamente estudada nas últimas décadas, em

função da necessidade de se conduzir a irrigação de forma racional dentro da realidade de cada região (LUNARDI, 2000).

Evapotranspiração da cultura (ETc) é a quantidade de água consumida por uma cultura sem restrição hídrica em qualquer fase de seu desenvolvimento. A cultura deve ser bem conduzida agronomicamente para que o consumo de água ocorra conforme o potencial evapotranspirativo de cada fase. Portanto, a ETc pode ser entendida como sendo a evapotranspiração potencial que ocorre em cada fase de desenvolvimento da cultura. O conhecimento da ETc é fundamental em projetos de irrigação, pois ela representa a quantidade de água que deve ser reposta ao solo para manter o crescimento e desenvolvimento em condições ideais (CARVALHO *et al.*, 2010).

Normalmente as necessidades hídricas da cultura são expressas mediante a taxa de evapotranspiração (ET), em  $\text{mm d}^{-1}$ . Onde os coeficientes de cultivo (Kc), são determinados empiricamente, e ajustado com base na utilização da evapotranspiração de referência (ETO) com a evapotranspiração máxima da cultura (ETc), quando o suprimento de água atende plenamente as necessidades hídricas de cada cultura, e seu valor varia com a cultura, com seu estágio de desenvolvimento e, dentro de um certo limite, varia também com a velocidade do vento e a umidade relativa do ar (GOMES *et al.*, 2010, DOORENBOS; KASSAM, 1994; ALBUQUERQUE, 2012). Estes mesmos autores citam ainda que, para determinado clima, cultura e estágio fenológico, a evapotranspiração máxima da cultura, de um período considerado, e obtida a partir do produto da evapotranspiração de referência pelo coeficiente de cultivo. A quantificação do fluxo de vapor de água para a atmosfera proveniente de superfícies úmidas em combinação com a transpiração das plantas (evapotranspiração) em áreas cultivadas, sendo de grande interesse para determinação das necessidades hídricas de cultivos e disponibilidade hídrica do solo (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

De acordo com o boletim 56 da FAO (ALLEN *et al.*, 1998) a relação entre ETC e ETO e chamada de coeficiente de cultura (KC), assim,  $ETC = KC * ETO$ . Existem fatores que determinam o coeficiente de cultura como as características variáveis da cultura durante os estádios de desenvolvimento. A evaporação é uma parte integrada da evapotranspiração da cultura, em condições que afetam a evaporação do solo também terão um efeito no Kc. Para calcular a média da evaporação do solo e a transpiração, a aproximação é usada para estimar ETC semanalmente ou períodos de tempo mais longos, embora possa fazer cálculo diário. Os mesmos autores citam que a ETC representa o nível superior da evapotranspiração da cultura e representa condições onde nenhuma limitação é colocada no crescimento da cultura ou na

evapotranspiração devido à limitação d'água a cultura, doenças, erva daninha, pragas ou salinidade. A ETC estimada pelo KC é ajustada se necessário às condições não padrão, ETC onde qualquer condição ou característica ambiental conhecida está causando um impacto ou limitando a ETC.

Segundo Allen *et al.* (1998), para cada cultura existe um KC característico que depende das durações dos estádios de desenvolvimento da cultura para várias datas de plantio e regiões climáticas (dias). O sorgo apresenta os seguintes KC: Sorgo grão KC médio = 1.00 a 1.10, KC final = 0,55 para sorgo doce (sacarino) KC médio de 1,20 e KC final de 1,05.

## 2.8 DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DO SORGO

O Nordeste brasileiro oferece condições climáticas adequadas para permitir a obtenção de três colheitas por ano sob irrigação. Logo, a irrigação é considerada uma prática fundamental, para garantir a estabilidade das colheitas, elevar o índice de produtividade das culturas e permitir a incorporação de áreas com precipitações reduzidas ou mal distribuídas ao processo produtivo. Principalmente o estado do Rio Grande do Norte apresenta uma área física de 92% dentro do Polígono das Secas, já foi o maior produtor de sorgo do Nordeste (LIMA, 1993). Existe cultivares que sob irrigação no Estado do Rio Grande do Norte que chegam a produzir em área comercial, com 95 dias, 35 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (TOMAZ *et al.*, 2015).

Numerosos caracteres contribuem para tolerância ao déficit hídrico em sorgo, o que justifica aumentar esforços nos programas de melhoramento para identificar ou combinar tais caracteres. Tolerância ao déficit hídrico raramente tem sido o objetivo principal dos programas de melhoramento de sorgo no Brasil. O que ocorre na maioria das vezes é uma seleção indireta de genótipos mais tolerantes, associada a objetivos principais como produtividade, resistência a doenças e adaptabilidade (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2011).

As irrigações excessivas são prejudiciais, pois aumenta os gastos com energia elétrica ou combustíveis, como também o gasto com equipamentos e mão de obra e ainda podem favorecer a ocorrência de doenças bacterianas e fúngicas, ou remover nutrientes da área de exploração do sistema radicular. A irrigação deficitária, dentre outros fatores, impede a

expressão do máximo potencial do genótipo por proporcionar menor crescimento, redução de estande e de produtividade da cultura (MAGALHÃES *et al.*, 2008).

De acordo com Tanaka *et al.* (2010), diversos experimentos têm sido conduzidos para caracterizar o comportamento do sorgo granífero sob condições de déficit hídrico. Entretanto, este comportamento tem demonstrado grande variação em função dos diferentes locais, práticas de manejo, tipos de solo e cultivares utilizadas, (ROSENTHAL *et al.*, 1987; MAGALHÃES *et al.*, 1994). Rosenthal *et al.* (1987) descrevem os efeitos do déficit hídrico no desenvolvimento foliar e na transpiração em plantas de sorgo. Estes autores utilizaram a fração da água disponível (FAD) às plantas, para caracterizar a quantidade de água existente no perfil de solo, quando a transpiração e o desenvolvimento foliar decrescem de sua taxa potencial.

A irregularidade de chuvas no semiárido nordestino é o principal fator que afeta a produção agropecuária dessa região, interferindo no potencial produtivo dos pastos e causando um fenômeno conhecido por estacionalidade da produção forrageira (CARVALHO *et al.*, 2015). Sendo assim, é importante a aplicação de estratégias específicas para obter maior rendimento na produção de forragens e conseqüentemente manutenção dos rebanhos na seca, a exemplo da ensilagem (PERAZZO *et al.*, 2013).

Segundo Landau e Sans (2010) a perda de produtividade em função da exposição da cultura a déficit hídrico, que tem influência direta na taxa fotossintética, varia principalmente em função do estágio fenológico das plantas, do tempo de duração do déficit hídrico e do genótipo das plantas.

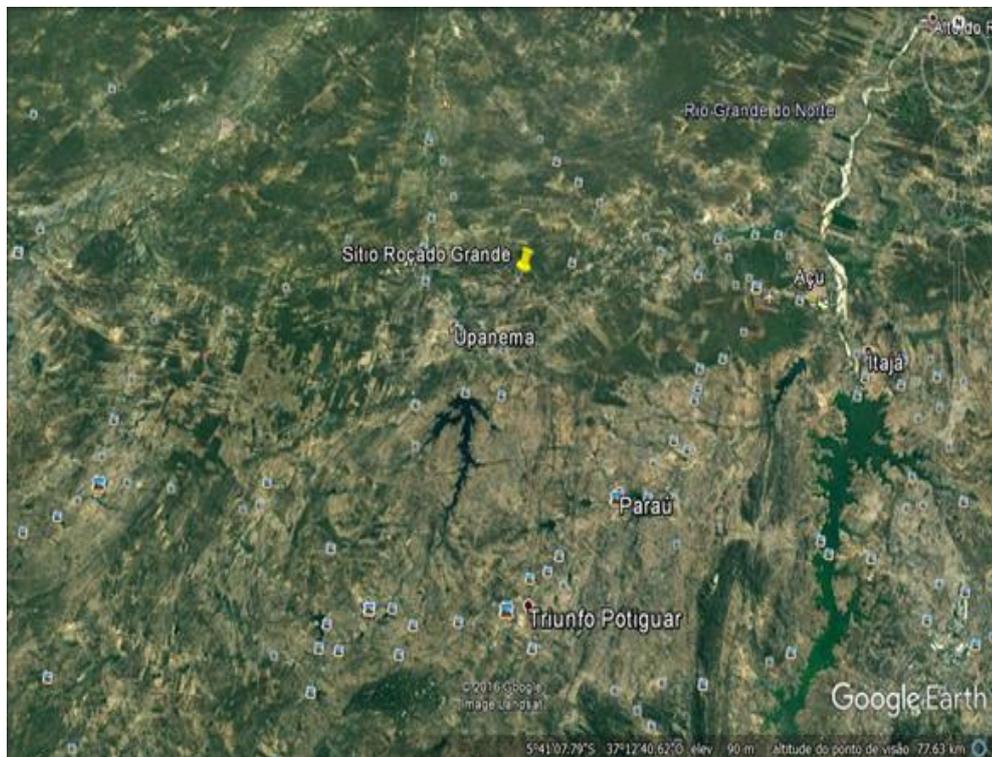
Para Magalhães (2012) o déficit hídrico em sorgo quando acontece no estágio EC1, provoca menos danos à planta do que em EC2. No estágio EC2, a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas e no número de sementes por panícula. Esses efeitos são devidos, provavelmente, a uma redução na área foliar, resistência estomática aumentada, fotossíntese diminuída e a uma desorganização do estado hormonal da panícula em diferenciação. Quando a falta de água acontece no EC3, o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores, com conseqüente redução no rendimento de grãos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em campo no município de Upanema – RN, região Oeste do Rio Grande do Norte, cuja localização são as coordenadas geográficas 5° 38'32'' de latitude Sul e longitude 37° 15' 27'' Oeste com 91 metros de altitude, numa área de 0,36 ha. O clima segundo a classificação de Köppen é BSw<sup>h</sup>' (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono) com precipitação média anual em torno de 650 mm.

**Figura 1.** Mapa da localização da área experimental.



O plantio foi realizado manualmente, utilizando sementes de cinco cultivares de sorgo sendo três cultivares forrageiras IPA 467-4-2-2, IPA SF-15 e a BRS Ponta Negra, as duas cultivares sacarina BRS 506 e a BRS 511 e após a colheita das plantas do primeiro ciclo da cultura foi realizadas os tratamentos necessários a cultura para análise do crescimento e

produção da primeira rebrota. Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro lâminas de irrigação (L), cinco cultivares de sorgo (V) e duas densidade de plantio (P).

As lâminas de irrigação aplicadas foram determinadas de acordo com a evapotranspiração da cultura, o valor de cada lâmina em porcentagem sendo as seguintes L1= (60%ETc), L2= (80%ETc), L3= (100%ETc) e L4= (120%ETc), já estando incluso o valor da precipitação pluvial efetiva. Com relação às lâminas de irrigação foram aplicados através de fitas de gotejamento, sendo as lâminas de irrigação de acordo com cada tratamento, sendo aplicadas diariamente, salvo quando ocorriam chuvas. Para cada lâmina utilizou-se fitas de gotejadores que proporcionaram uma vazão por unidade de comprimento (metro linear) de acordo com a lâmina de água que se desejava aplicar no tratamento. Para efeito do cálculo da lâmina bruta de irrigação considerou-se a eficiência de aplicação medida de 85%.

As densidades de plantio foram determinadas com base na semeadura sendo para P1= (100.000 plantas por hectare) e P2= (140.290 plantas por hectare) para o 2º ciclo foi analisada a capacidade de rebrota e de perfilhamento, arranjos em esquema de parcela subdividida 4 x (5 x 2) em delineamentos em blocos casualizados com quatro repetição.

A adubação de fundação foi realizada manualmente para o primeiro plantio e após o corte foi realizado adubação de cobertura para a rebrota de sorgo. As aplicações em cobertura foram feitas por meio de fertirrigação através de um tanque de derivação (“pulmão”), conectados as redes de irrigação. O manejo da adubação de cobertura no experimento foi realizado com base na marcha de absorção de nutrientes, para a cultura do sorgo sendo as necessidades líquidas dos nutrientes N, K (via fertirrigação) definidas com base em modelo desenvolvido por Paula *et al.* (2011).

A adubação do primeiro ciclo de plantio foi realizada uma adubação de fundação com 150 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (10-52-00), e durante o ciclo foi aplicado adubos via fertirrigação, sendo aplicados 60 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Na condução da rebrota no 2º ciclo foi aplicado 60 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e 20 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. via fertirrigação.

O solo da área experimental foi um Argissolo (EMBRAPA, 2006). A caracterização química e física (Tabela 01) foi realizada tomando-se amostras simples com trado nas parcelas do experimento e ao final juntou-se fazendo amostras compostas para a profundidade de 0-20 cm. A caracterização física do solo foi realizada para a profundidade, 0-20 cm (Tabela 01).

**Tabela 1.** Resultados da análise química e granulométrica do solo antes do plantio, Upanema - RN.

Prof.	pH	CE	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB
(cm)		dS m-1	g kg-1	-----	mg dm-3	-----		-----	cmolc	dm-3	-----
0-20	8,08	0,16	8,28	9,9	194,7	86,2	8,7	1,5	0,0	0,0	11,1
Prof.	Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina						
(cm)	-----kg kg-1-----										
0-20	0,17	0,10	0,74	0,26	0,47						

PH – Em água é determinado na relação solo: água de 1:2, 5.

P, Na e K – Extração por Mehlich-1 na relação solo: extrator 1:10.

**Fonte:** Dados obtidos na pesquisa (2015).

Durante a primeira rebrota foi feita duas capinas, sendo a primeira entre 15 e 20 dias após o corte, e a segunda capina foi realizada aos 50 dias. Com relação aos tratos fitossanitários foi realizada uma pulverização com inseticidas específicos para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera sp.*), utilizando o produto registrado para a cultura.

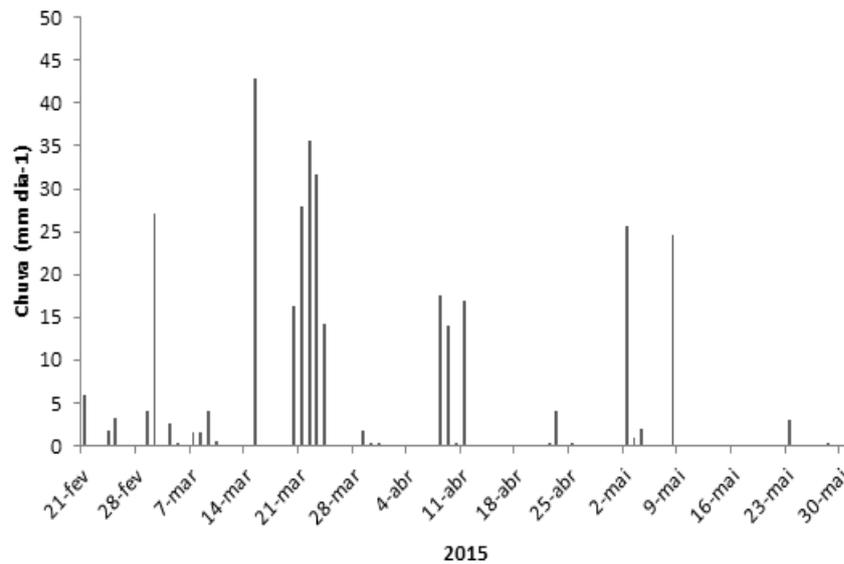
## 3.2 DADOS CLIMÁTICOS MEDIDOS DURANTE O CULTIVO NA REGIÃO

### 3.2.1 Precipitação

Os dados de precipitações foram medidos com um pluviômetro instalado próximos a área experimental e as demais variáveis meteorológicas foram medidas na estação climatológica da UFERSA, Mossoró-RN.

Observa-se na Figura 2 a distribuição das precipitações em milímetro por dia ao longo do ciclo da rebrota de sorgo. O valor de precipitações somado ao longo do ciclo foi de 330 mm, sendo o mês de março o que apresentou maiores números de dias com precipitações.

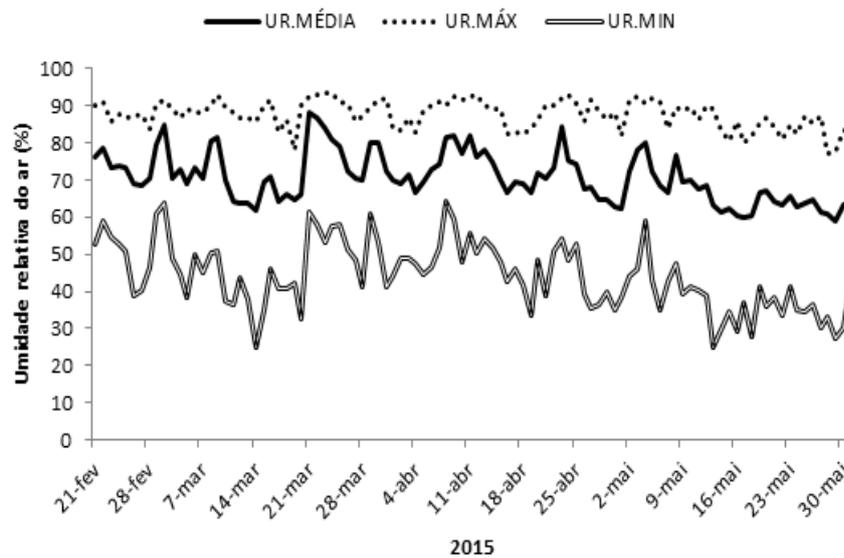
**Figura 2.** Precipitação pluviométrica diária verificada na área experimental, de Fevereiro a Maio, Upanema – RN, 2015.



### 3.2.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar apresentou variações ao longo do ciclo da cultura com umidade máxima do ar ficando acima de 65 % chegando a valor próximo dos 95%. Já a umidade mínima do ar apresentou variações ao longo do ciclo no intervalo de 25% a 65 %. E a umidade média do ar diária variou de 50 a 88 %.

**Figura 3.** Dados de umidade relativa do ar, médias, máxima e mínima diária obtidos da estação meteorológica da UFERSA de Fevereiro a maio, Mossoró RN 2015.

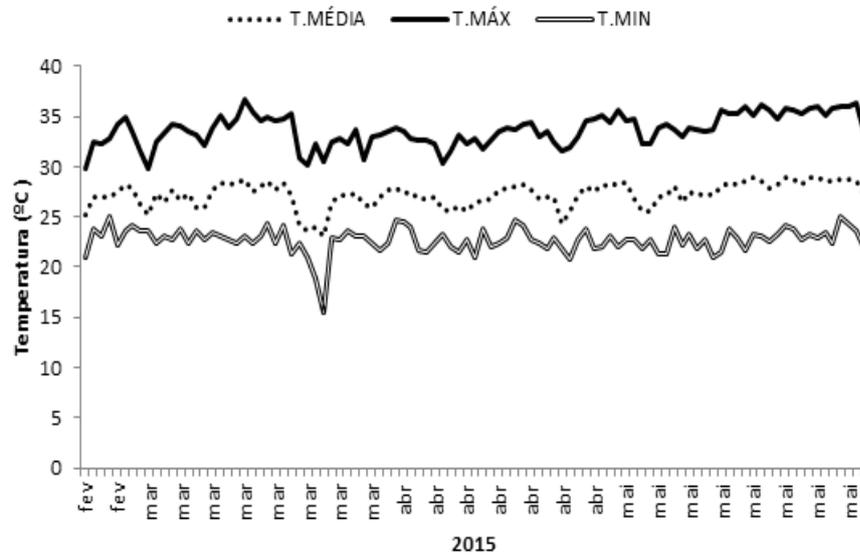


**Fonte:** Dados obtidos na pesquisa (2015).

### 3.2.3 Temperatura

Na Figura 4 é apresentada a distribuição das temperaturas máxima, média e mínima diária ao longo do ciclo da cultura. Verifica-se que a temperatura máxima do ar ficou acima de 30 °C. Já a temperatura mínima do ar apresentou uma variação entre 15 a 25 °C e uma temperatura média variando em torno de 25 a 30 °C.

**Figura 4.** Dados de temperatura obtidos da estação meteorológica da UFERSA de fevereiro a Maio, Mossoró, RN 2015. Temperatura média (T. MÉDIA), Temperatura máxima (T.MÁX.), Temperatura mínima (T.MIN).

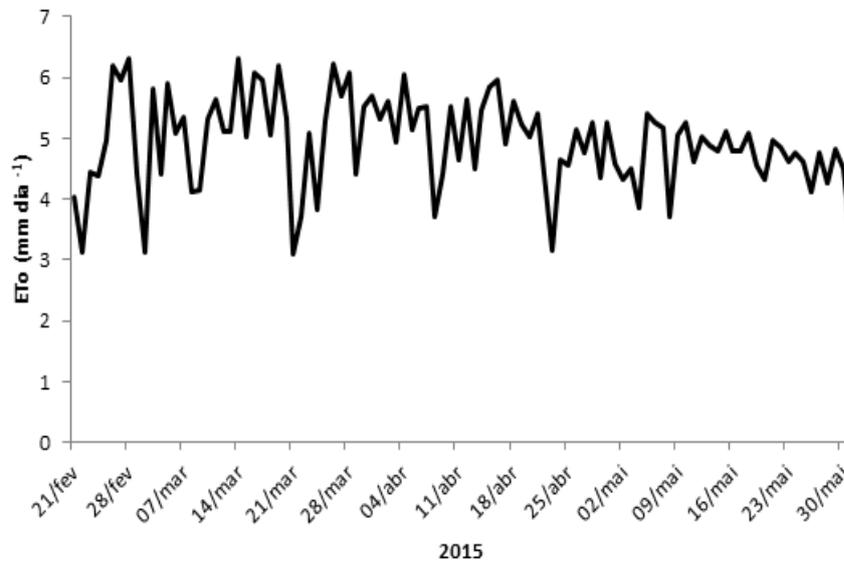


**Fonte:** Dados obtidos na pesquisa (2015).

### 3.2.4 Valor da ETo

Observa-se na Figura 5 os dados de ETo ao longo do ciclo da rebrota do sorgo, apresentado variações entre 3 a 7 mm por dia.

**Figura 5.** Valores de ETo calculados pela equação de pennan-monteith pelo método FAO(Allen et al;2006) , dados coletados na estação meteorológica da UFERSA para no período de Fevereiro a Maio, Mossoró – RN.

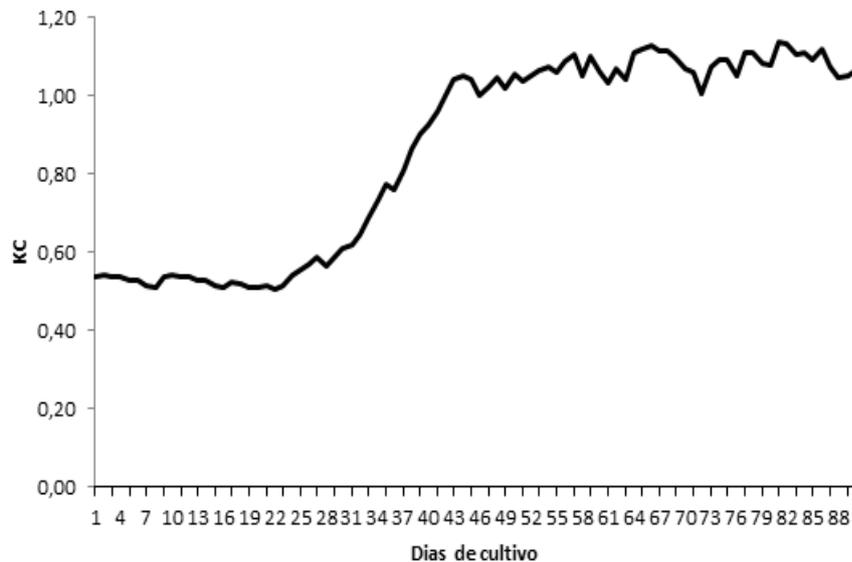


**Fonte:** Dados obtidos na pesquisa (2015)

### 3.2.5 Coeficiente da cultura

A figura 6 apresenta o comportamento do coeficiente da cultura ( $k_c$ ) estimado ao longo do ciclo da planta apresentado na fase inicial um  $k_c$  de 0,42 até os primeiros 15 dias, seguindo de um crescimento até os 35 dias atingido um  $k_c$  ao redor de 1,1 até os 78 dias, seguindo de uma redução até o final do ciclo aos 100 dias.

**Figura 6.** Dados relativos do KC em função do ciclo da rebrota das cultivares de sorgo. Coletados na estação meteorológica da UFERSA de Fevereiro a Maio, Mossoró RN 2015.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa (2015).

### 3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido conforme o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial com parcelas subdivididas 4 x (5 x 2), com quatro repetições, sendo quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da ETC), cinco cultivares (forrageiras IPA 467-4-2, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra e; sacarinas, BRS 506 e BRS 511), duas densidades de semeadura (100.000 e 142.290 plantas por hectare), nas subparcelas. As lâminas de acordo com a ETC corresponderam a 290, 435, 580 e 725 mm para o primeiro ciclo.

A Variedade IPA SF-15 foi desenvolvida pelo instituto de agronomia do Pernambuco (IPA), apresenta uma altura média de planta, entre 250 a 350 cm, com um florescimento entre 75 a 90 dias, e um ciclo total (colheita) de 100 a 120 dias, com uma eficiência média de uso de água de 290 kg água / kg MS. Apresenta um Potencial de Produção de matéria verde entre 50 a 80 t/há e Produção de matéria seca 16 a 20 t/há, o colmo tipo Semi-sacarino, com aptidão para Corte e Silagem, apresenta elevada capacidade de rebrota e resistente às pragas e doenças.

A Variedade IPA 467-4-2 foi desenvolvida pelo instituto de agronomia do Pernambuco (IPA), apresenta uma altura média de planta, entre 250 a 350 cm, com um florescimento de 90 a 95 dias, e um ciclo total (colheita) de 120 a 130 dias, apresenta um Potencial de Produção de matéria seca 10 a 15 t/ha, o colmo tipo suculento/ sacarino, com aptidão para silagem e corte, apresenta elevada capacidade de rebrota e resistência elevada ao tombamento.

A cultivar BRS Ponta Negra foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo. Destinada a produção de forragem, tem grande adaptabilidade à região do semiárido nordestino, com uma altura média de planta de 200 a 250 cm, com um florescimento de 60 a 70 dias, e um ciclo total (colheita) de 110 a 120 dias, apresenta Produção de matéria verde de 48,60 a 51,50 t/ha, com uma Produção de matéria seca 12 a 15 t/ha. Apresenta elevada capacidade de rebrota e resistente ao acamamento.

A cultivar BRS 506 foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo como uma alternativa de complementar a cana de açúcar para a produção do etanol. Suprindo a demanda de matéria-prima. Apresenta uma altura média de planta de 280 cm, com um florescimento de 70 a 75 dias, e um ciclo total (colheita) de 110 a 120 dias, apresenta um rendimento de colmo de 40 a 60 t/ha, com uma Produção de matéria seca 15 a 20 t/ha, o colmo tipo suculento com alta concentração de açúcar. Apresenta média capacidade de rebrota e resistente ao acamamento.

A cultivar BRS 511 foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo como uma alternativa de complementar a cana de açúcar para a produção do etanol. Suprindo a demanda de matéria-prima. Apresenta uma altura média de planta de 300 cm, com um florescimento de 61 a 74 dias, e um ciclo total (colheita) de 110 a 120 dias, apresenta um rendimento de colmo de 60 a 80 t/ha, com uma Produção de matéria seca 15 a 20 t/ha, o colmo tipo suculento com alta concentração de açúcar. Apresenta média capacidade de rebrota e resistente ao acamamento.



lâminas de irrigação de acordo com a % da ETC corresponderam para a 1ª rebrota foi: 167, 250, 333 e 416 mm em 100 dias de irrigação.

**Figura 8.** Condução da primeira rebrota das cultivares.



Considerando a precipitação efetiva durante o ciclo calculada de 94 mm (cálculo em Apêndice) e a ETC estimada para a cultura de 386 mm, as lâminas de água realmente disponibilizada para a cultura nas diferentes lâminas de irrigação são as seguintes:

$$L1=0,50*386+94=287 \text{ mm} = 60\%.$$

$$L2=0,75*386+94=384 \text{ mm} = 80\%.$$

$$L3=1,0*386+94=480 \text{ mm} = 100 \%.$$

$$L4=1,25*386+94=577 \text{ mm} = 120 \%.$$

O espaçamento utilizado foi de fileiras duplas de 0,35 x 1,05 m e a parcela experimental foram constituídas de seis linhas de 5 m de comprimento. A área útil foi

formada pelas duas linhas centrais com 3 m de comprimento, onde foram coletados todos os dados.

### **3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS**

#### **3.5.1 Crescimento das plantas**

Para analisar o crescimento das plantas da rebrota do sorgo foram escolhidas cinco plantas, aleatoriamente, na área útil da parcela experimental, para a realização das medições de altura, diâmetro do colmo e o índice da área foliar, sendo as cinco plantas marcadas para a colheita onde foram retiradas duas plantas para medir peso de massa fresca e seca por planta.

##### **3.5.1.1 Altura de planta (m)**

A altura das plantas foi mensurada com auxílio de uma fita métrica, de duas maneiras, a partir do nível do solo até a extremidade superior da panícula e a segunda a partir do nível do solo até o colarinho da folha (+1), medindo-se, em metros (m).

##### **3.5.1.2 Diâmetro do colmo (cm)**

O diâmetro de colmo foi determinado utilizando-se um paquímetro digital, no terço médio do colmo e na altura correspondente a 10 cm da sua base.

##### **3.5.1.3 Número de folhas**

Foi determinado por meio de uma contagem simples das folhas verdes completa de cinco plantas escolhidas aleatoriamente, nas parcelas.

### 3.5.1.4 Índice de área foliar

O índice de área foliar foi determinado com auxílio de uma fita métrica, dentro da área útil de 3 m em cinco plantas escolhidas aleatoriamente, as medidas de comprimento e largura das folhas foram realizadas logo após o início do florescimento, em campo, onde a área foliar por planta foi obtida pelo somatório da área foliar de cada folha completamente expandida. O cálculo da área foliar por planta e índice de área foliar, foram obtidos com base nas metodologias de vários autores.

A área foi estimada através do produto entre o comprimento, a maior largura e um fator de ajuste. O fator de ajuste, ou fator de forma, varia com a cultura, situando-se ao redor de 0,7. Esse método, utilizado por Montgomery (1911), em milho, com fator igual a 0,75, pode ser considerado como padrão para esta cultura (FRANCIS *et al.*, 1969; PEARCE *et al.*, 1975; MACHADO *et al.*, 1982). Para a cultura do sorgo o fator utilizado nos cálculos foi de 0,747 (STICKLER *et al.*, 1961).

Deste modo, estimou-se a área foliar das plantas conforme a equação 1.

$$AF = 0,747 * C * L * N \quad (1)$$

Onde:

AF = Área foliar (m<sup>2</sup>)

0,747 = Coeficiente estabelecido para a cultura do sorgo; (STICKLER *et al.*, 1961).

C = Comprimento da folha (m);

L = Maior largura da folha (m);

N = Número de folhas por planta

O índice de área foliar (IAF) que é a área foliar total por unidade de área de terreno foi calculado pela equação 2:

$$IAF = AFAT \quad (2)$$

Em que:

IAF = índice de área foliar;

AF = área foliar (m<sup>2</sup>);

AT = área de terreno ocupada pela planta ( $m^2$ ).

#### 3.5.1.5 Números de perfilho por metro

Para analisar os números de perfilho por metro foi medidos na área útil de três metros e através de uma contagem simples de perfilho nas fileiras dupla, obteve um valor total que foi dividido por três para obter o número de perfilho por metro. Depois foi feita uma conversão do número de perfilho na área útil para hectare.

#### 3.5.1.6 Produtividade de matéria fresca e seca ( $t. ha^{-1}$ ).

As plantas da área útil de cada parcela (3 m lineares) foram cortadas rente ao solo, amarradas em feixe, identificadas e transportadas, para um galpão onde foi realizadas as pesagens. O material vegetal foi separado em colmo, folhas e panícula. Após a obtenção do peso da massa fresca de todas as plantas da área útil da parcela, coletaram-se duas plantas selecionadas ao acaso para serem trituradas e homogeneizadas em uma máquina forrageira. Em seguida o material foi enviado para a secagem em estufa de aeração forçada, à temperatura de 65 °C, por 72 horas, para a determinação da matéria seca da planta. Ao final os valores da produtividade de massa fresca e seca foram convertidos, em tonelada por hectare.

#### 3.5.1.7 Massa seca por planta

Foram obtidos pela massa seca acumulada nos diferentes órgãos da planta (colmo, folha e panícula). Para cada parte da planta, retirou-se 20 amostras, sendo estas previamente identificadas e levadas para estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, por 72 horas. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e aferiu-se seu peso em balança digital de quatro dígitos. Os resultados obtidos foram expressos em grama por planta.

#### 3.5.1.9 Avaliação química e física do solo

Foi realizada a caracterização química e física do solo ao final do cultivo. As avaliações foram feitas por parcela, em camadas de 0,0 a 0,20 m de profundidade. Para a análise química e física foi seguida a metodologia proposta por Embrapa (2006), sendo coletadas as amostras simples e transformadas em amostras compostas em pontos distintos dentro de cada parcela experimental com o auxílio de um trado holandês, para posteriores análises laboratoriais dos atributos químicos do solo.

Caracterização química do solo na área experimental (Tabela 2) foi realizada tomando-se amostras simples com trado nas parcelas do experimento e ao final juntou-se fazendo amostras compostas na profundidade de 0-20 de acordo com as lâminas estabelecidas.

Os valores da análise química do solo apresenta baixa variações de PH, CE e Matéria Orgânica entre as lâminas de irrigação aplicada durante o 2º ciclo. Em relação aos macro e micronutrientes apresentou variações nos teores de fósforo, potássio e sódio em relação às lâminas de irrigação aplicada no solo, isso pode ter ocorrido devido a absorção pela planta ou perda pela ocorrência das precipitações ocasionando a (lixiviação ou percolação profunda) durante o ciclo.

**Tabela 2.** Resultado da química do solo no final do segundo ciclo, Upanema - RN 2015.

Lâminas	pH	CE	M.O	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>+</sup>	(H+Al)	SB
	água	dS/m	g/kg	mg/dm <sup>3</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>						
L1	7,85	0,36	16,51	16,1	203,5	96,9	9,60	3,10	0,0	0,0	13,64
L2	7,81	0,35	13,87	14,1	219,5	62,4	9,40	3,20	0,0	0,0	13,43
L3	7,78	0,37	11,88	24,1	257,4	71,5	8,90	3,00	0,0	0,0	12,87
L4	7,76	0,38	10,56	38,2	180,6	70,5	9,70	3,60	0,0	0,0	14,07

pH – Em água é determinado na relação solo: água de 1:2,5.

P, Na e K – Extração por Mehlich-1 na relação solo: extrator 1:10.

Os parâmetros utilizados para o cálculo da irrigação (Tabela 3) durante o ciclo da cultura. Com base nos cálculos do balanço hídrico os resultados foram obtidos através de cálculos descritos no (Apêndice).

**Tabela 3.** Resumo dos parâmetros agrometeorológicos, utilizados para o cálculo da irrigação, ao longo do ciclo da rebrota de sorgo em Upanema – RN.

Estágio da Cultura	Duração (Dias)	ETO (mm)	ETc (mm)	Precipitação (mm)	Precipitação Efetiva (mm)	Precipitação Efetiva ajustada (mm)	Irrigação Real (mm)	Lâmina Aplicada (mm)
I	15	72,84	38,80	46,48	13,55	17,40	25,25	25
II	25	126,32	83,40	177,04	72,40	142,40	38,59	39
III	30	148,55	158,62	53,35	19,37	5,09	139,25	144
IV	20	107,82	104,87	53,34	21,13	012,93	83,73	84

**Fonte:** Dados obtidos na pesquisa (2015).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 AVALIAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS BIOMETRICAS DAS REBROTAS

Com relação a lâminas de irrigação ETC (%) houve efeito significativo apenas para o diâmetro da base. Analisado os resultados em relação as cultivares houve efeito entre todos os parâmetros avaliados como altura da folha bandeira, altura total, diâmetro da base, diâmetro do terço médio do colmo, números de folhas, IAF e stand. Pode-se observar que entre as populações não houve efeito significativo entre as duas populações analisada. Esses resultados se devem a resposta da rebrota das cultivares de sorgo ser mais adaptadas às condições do meio e por apresentar características semelhantes entre as cultivares em termo de tolerância às condições edafoclimáticas do semiárido com o déficit hídrico, etc.

**Tabela 4.** Resumo da ANOVA para Altura da folha bandeira (+1), Altura Total, Diâmetro da Base, Diâmetro do Meio, Nº de Folhas, Índice de Área Foliar (IAF) e Stand, em, rebrotas de sorgo no Município de Upanema – RN, 2015. Com os valores médios do teste Tukey a ( $P < 0,05$ ).

F.V	GL	Altura +1	Altura Total	Diâmetro Base	Diâmetro Meio	Nº de Folhas	IAF	Stand
Estatística F								
BL	3	4,98*	3,55*	8,57*	8,55*	2,70*	3,74*	7,25*
LAM	3	0,98 <sup>N.S</sup>	1,27 <sup>N.S</sup>	3,38*	2,50 <sup>N.S</sup>	2,37 <sup>N.S</sup>	1,64 <sup>N.S</sup>	0,38 <sup>N.S</sup>
ERRO 1	9							
CULT	4	170,47*	173,99*	18,47*	18,60*	26,55*	48,47*	52,71*
POP	1	0,21 <sup>N.S</sup>	0,04 <sup>N.S</sup>	0,12 <sup>N.S</sup>	0,05 <sup>N.S</sup>	1,42 <sup>N.S</sup>	1,62 <sup>N.S</sup>	1,85 <sup>N.S</sup>
POP*CULT	4	0,76 <sup>N.S</sup>	0,70 <sup>N.S</sup>	1,70 <sup>N.S</sup>	1,95 <sup>N.S</sup>	0,46 <sup>N.S</sup>	0,90 <sup>N.S</sup>	0,92 <sup>N.S</sup>
POP*LAM	3	0,47 <sup>N.S</sup>	0,46 <sup>N.S</sup>	0,24 <sup>N.S</sup>	0,52 <sup>N.S</sup>	1,04 <sup>N.S</sup>	1,65 <sup>N.S</sup>	0,85 <sup>N.S</sup>
CULT*LAM	12	0,96 <sup>N.S</sup>	0,85 <sup>N.S</sup>	0,57 <sup>N.S</sup>	1,02 <sup>N.S</sup>	0,51 <sup>N.S</sup>	0,99 <sup>N.S</sup>	0,90 <sup>N.S</sup>
POP*CULT*LAM	12	1,02 <sup>N.S</sup>	0,97 <sup>N.S</sup>	1,56 <sup>N.S</sup>	2,04*	1,25 <sup>N.S</sup>	0,96 <sup>N.S</sup>	1,37 <sup>N.S</sup>
Resíduo	108							
Média		2,33	2,57	1,78	1,55	9,32	4,72	150920,00
CV 1		14,23	14,09	10,82	8,95	12,33	43,78	34,54
CV 2		12,73	11,74	21,62	10,91	11,30	31,05	24,36

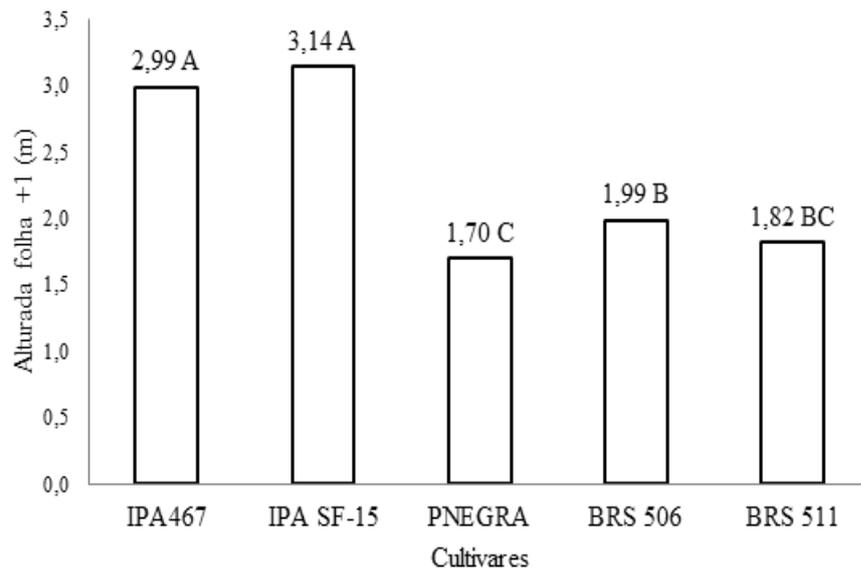
\*Significativo a 5% pelo teste F; NS não Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação à interação tripla (populações x cultivares x laminas de irrigação) só houve efeito significativo para diâmetro do terço médio, para as demais variáveis não houve efeito significativo a 5 % de probabilidade.

#### 4.1.1 Altura da planta

As médias destacada na Figura 9 entre as alturas de plantas até a folha bandeira, mostra-se que as cultivares SF-15 e IPA 467-4-2 são superiores as demais cultivares, com uma altura 3,14 e 2,99 m respectivamente, as cultivares sacarina BRS 506 e BRS 511 que não diferem entre si estatisticamente com altura de 1,99 e 1,82 respectivamente, a cultivar Ponta Negra foi a que apresentou menor altura até a folha bandeira, com 1,70 m de altura.

**Figura 9.** Altura de planta até a folha bandeira entre a rebrota de cultivares de sorgo. As Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



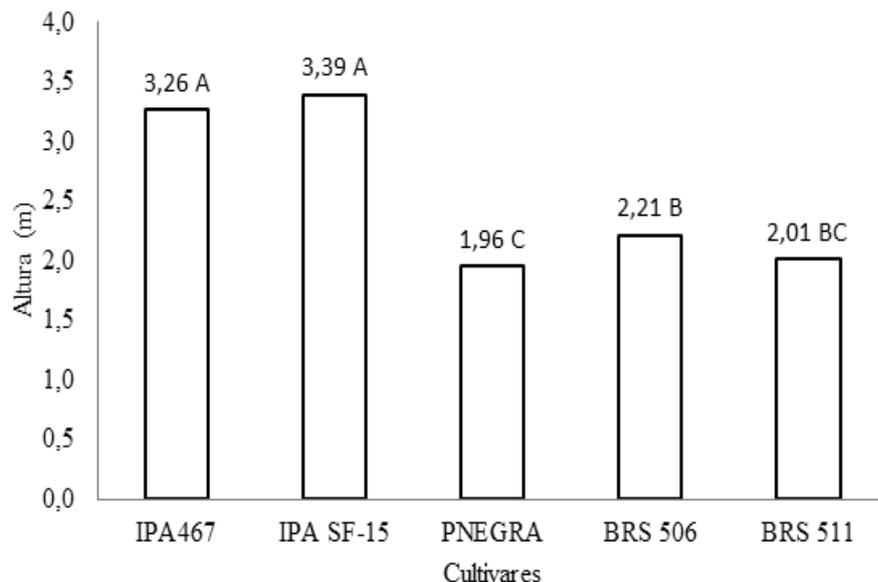
De acordo com Albuquerque *et al.* (2012), avaliando diferentes populações de plantas e espaçamentos em três localidades do estado de Minas Gerais encontrou altura média de 2,16 m para variedade BRS 506. Para esta mesma variedade, Fernandes *et al.* (2014) encontraram altura média de 2,93 m no plantio de safra e 2,80 m para o plantio de safrinha em resposta ao espaçamento. Segundo o autor, o aumento de 30 cm no espaçamento entrelinhas resultou em plantas 11,4 cm menores no plantio de safrinha. As plantas cultivadas no espaçamento

reduzido tiveram crescimento em altura maior, devido à maior competição entre as plantas na linha de cultivo.

#### 4.1.2 Altura total da planta

Analisando os resultados apresentado na Figura 10 verificou-se que as variedades que mais se destacaram com relação a altura total da planta foram as cultivares IPA SF- 15, IPA 467-4-2 com as alturas respectivamente de 3,39 m e 3,26 m sendo as duas superiores as demais. As cultivares BRS 506 e BRS 511 apresentaram altura de 2,21m e 2,01m e não diferem entre si, Já a cultivar BRS Ponta Negra apresentou menor altura com 1,96m, mas não diferindo da BRS 511. De acordo com Freitas *et al.* (2012), a altura da planta evidencia o seu desenvolvimento e crescimento do colmo, sendo importante no acúmulo de reservas da planta.

**Figura 10.** Altura de plantas entre a rebrota de cultivares de sorgo, Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



Os resultados obtidos em Canguaretama/RN, por Santos *et al.* (2007), mostra que as variedades BRS Ponta Negra e BRS 506 apresentaram altura respectivamente de 1,98 e 1,92 metro. Os mesmos autores trabalhando com primeiro ciclo observaram em estudo no

município de São Gonçalo do Amarante, RN, valores médios de altura de planta das variedades BRS Ponta Negra, IPA 467-4-2 e BRS 506 de 1,95; 2,22 e 2,20 metros, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados neste trabalho para as cultivares BRS Ponta Negra e BRS 506 com altura média de 1,96 e 2,21 metros respectivamente no 2º ciclo, Já para cultivá-la IPA 467-4-2 apresentou 3,26 metros de altura sendo superior ao valor encontrado por Santos et al. (2007).

Segundo Brandão *et al.* (2016) a altura máxima das plantas de sorgo na 1º safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo e o acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

Não houve efeito das lâminas de irrigação na altura das cultivares em 1º rebrota isso pode ter relação com a adaptação das cultivares ao ambiente visto que o sorgo tem tolerância ao déficit hídrico e apresenta grande eficiência no uso da água. De acordo com (MAGALHÃES *et al.*, 2012) o déficit hídrico é um dos fatores que afeta a altura da planta, característica que no sorgo pode variar de 40 cm até 4 m. É importante para a classificação da espécie quanto ao seu porte. Segundo Coelho *et al.* (2016) trabalhando com plantas de sorgo submetidas à deficiência hídrica observaram redução na altura das plantas que tiveram déficit hídrico.

Resultados semelhantes foram verificados no trabalho de Tabosa *et al.* (2010) em cinco locais (Araripina-PE, Canindé do São Francisco - SE, municípios de Apodi, Canguaretama e Ipanguaçu –RN. Verificaram que a altura média de planta na maioria dos ambientes avaliados variaram de 3,07 a 3,19 m, e as cultivares que apresentaram os maiores valores de altura de planta, foram a SF - 15, IPA 467-4-2-4-2 e Theis, considerando os cinco ambientes avaliados.

Simplício *et al* (2016), avaliando diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidos a quatro cortes sucessivos no semiárido alagoano observaram uns decréscimos de altura e produtividades de massa verde e seca. Os mesmos autores afirmam que é uma tendência normal no comportamento produtivo da cultura do sorgo. Visto que o sorgo após ser cortado, apresenta capacidade de rebrota, perfilhando consideravelmente. Essa característica denota competição entre as plantas, resultando em menor altura e conseqüentemente, menor produtividade. Também foi observado o comportamento das cultivares do qual a IPA SF-15

apresentou maior altura média obtida de quatro cortes consecutivos, no entanto, essa maior altura não se refletiu em produtividade de massa verde e seca.

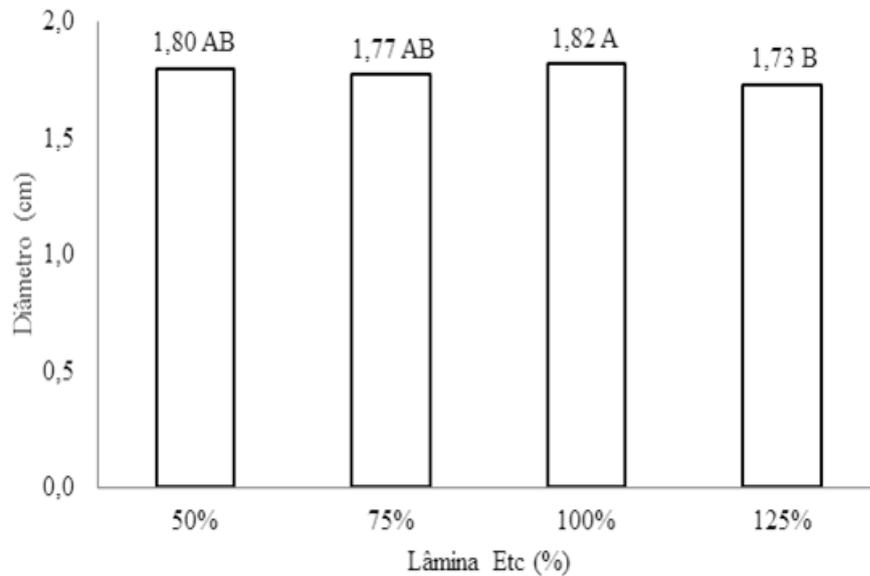
#### **4.1.3 Diâmetro da base do colmo**

Observa-se a Figura 11 que a lâmina equivalente a 100% da ETc foi a que mais se destacou no aumento do diâmetro da base apresentando um diâmetro de 1,82 cm, sendo superior a lâmina 125 % da ETc, que apresentou diâmetro de 1,73 cm.

Com base nos resultados há uma variação positiva do diâmetro da base do colmo em relação as lâminas de 50,75 e 100% da ETc sendo responsivas ao incremento de água até 100% da ETc. depois apresenta uma redução no diâmetro para a lâminas de 125% da ETc. sendo justificado esse comportamento pela turgidez celular que é proporcionado pelo suprimento hídrico ideal responsável pelo crescimento vegetal e pelo alongamento celular até uma faixa hídrica ótima, o excesso provoca uma redução devido abaixa oxigenação das raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De acordo com Silva *et al.* (2012) as plantas de sorgo sob estresse hídrico foram afetadas significativamente nas variáveis biométricas: diâmetro do colmo, altura da planta e o número de folhas. Neste trabalho observou que a lâmina de 50 % da ETc apresentou-se superior a lâmina a 125% da ETc em relação ao diâmetro de colmo. A lâmina de 125% da ETc foi a que apresentou menor resultado sendo inferior as demais lâminas testadas, as plantas irrigada com lâminas de 125% da ETc foram afetadas e apresentaram uma redução de 5% no diâmetro da base das plantas em relação a lâmina de 100% da ETc, isso pode ter relação direta com o excesso de umidade no solo que reduz o nível de oxigênio no solo o que dificulta as raízes na absorção de nutriente e nas trocas gasosas.

**Figura 11.** Diâmetro da base em função das lâminas de irrigação (% da ETc). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



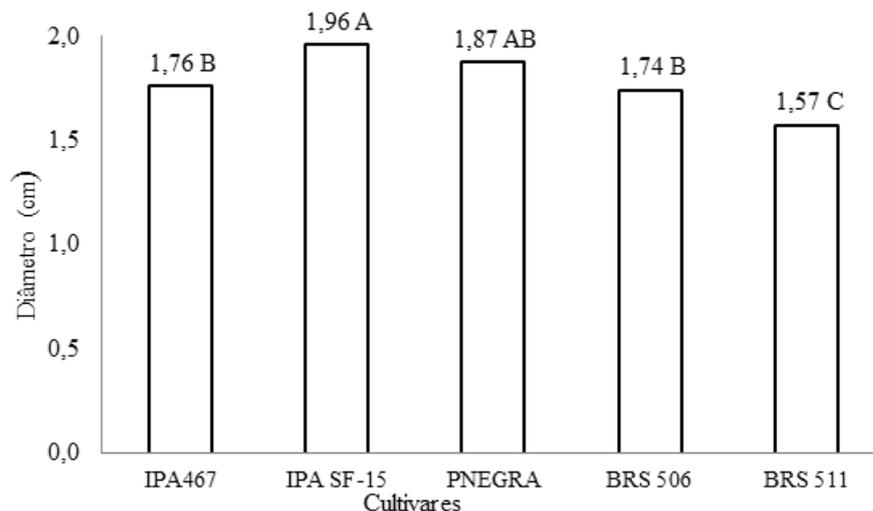
Neste trabalho não houve efeito de densidade de plantio para a rebrota de cultivares o que difere do resultado obtidos por May *et al.* (2012b), os quais afirmaram que o aumento da população de plantas  $ha^{-1}$  pode resultar na redução do diâmetro de plantas. Estes autores também afirmam que a redução de diâmetro do colmo se correlaciona positivamente com o acamamento e quebramento de plantas. Neste trabalho foi observada a ausência de acamamento e quebramento em virtude de maior diâmetro possivelmente que proporcionou melhor arquitetura morfológica para as plantas.

Analisando os valores médios apresentados na Figura 12 ressaltam o comportamento do diâmetro da base do colmo em relação às cultivares analisadas no segundo ciclo. Observando as médias das variedades a que mais se destacou com relação ao diâmetro foi cultivar IPA SF-15 com diâmetro de 1,96 cm, sendo superior a demais. A cultivar BRS 511 apresentou menor diâmetro da base do colmo com 1,57 cm.

A cultivar BRS 511 foi a que apresentou maior redução do diâmetro da base do colmo com 0,4 cm em relação a cultivar IPA SF-15, sendo a mais afetada, isso pode estar relacionado ao material genético, a rebrota, o baixo número de perfilhamento e a época de plantio, sendo observado um comportamento semelhante no primeiro ciclo, porém com menores diâmetros para todas as cultivares IPA 467-4-2, IPA SF-15, BRS Ponta Negra, BRS 506 e a BRS 511, são 14,94; 17,51; 15,50; 15,20; 13,30, respectivamente. Esses resultados corroboram com os

obtidos no trabalho de Emygdio *et al.*(2014) onde observou uma redução do diâmetro da base do colmo de 18mm para 15mm nas cultivares BRS 506 e BRS 511a medida que retarda época de semeadura. Resultados muito semelhantes foram observados por Barros *et al.* (2013). Portanto, a época de semeadura pode ter influenciado esses resultados.

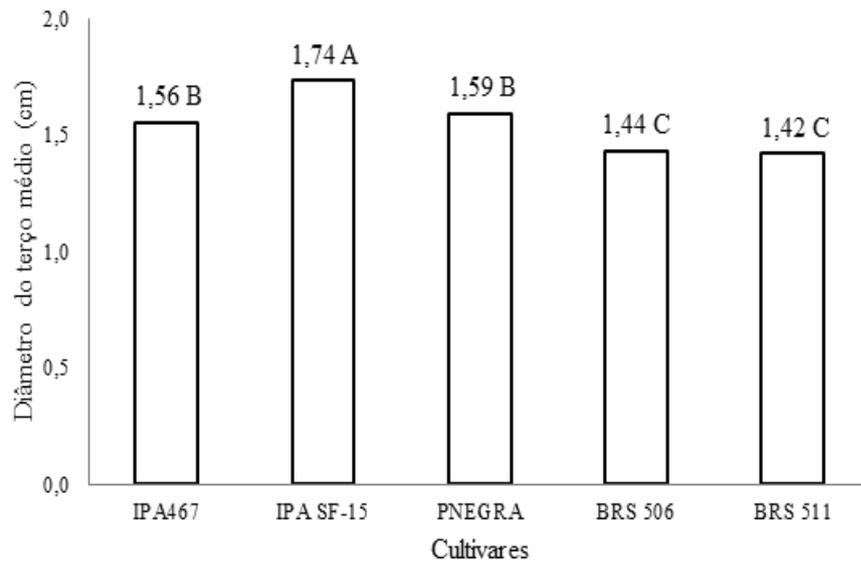
**Figura 12.** Diâmetro do colmo da rebrota das cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



#### 4.1.4 Diâmetro do terço médio do colmo

De acordo com a Figura 13 pode-se observar o comportamento do diâmetro do terço médio do colmo entre a rebrota das cultivares testada. Verifica-se que a cultivar SF-15 apresentou maior diâmetro do terço médio de colmo (1,73 cm), as cultivares Ponta Negra e IPA 467-4-2 foram a segunda e terceira em maior diâmetro do terço médio do colmo, mais estatisticamente iguais entre si. Já as cultivares sacarinas BRS 506 e BRS 511 apresentaram menores diâmetros com 1,44cm e 1,42 cm respectivamente, sendo as menores médias e não diferem estatisticamente entre si. Por tanto, as cultivares que apresentar maior diâmetro do terço médio do colmo são as mais resistentes ao acamamento e ao quebraimento de plantas, desempenha importante papel na acumulação de fitomassa.

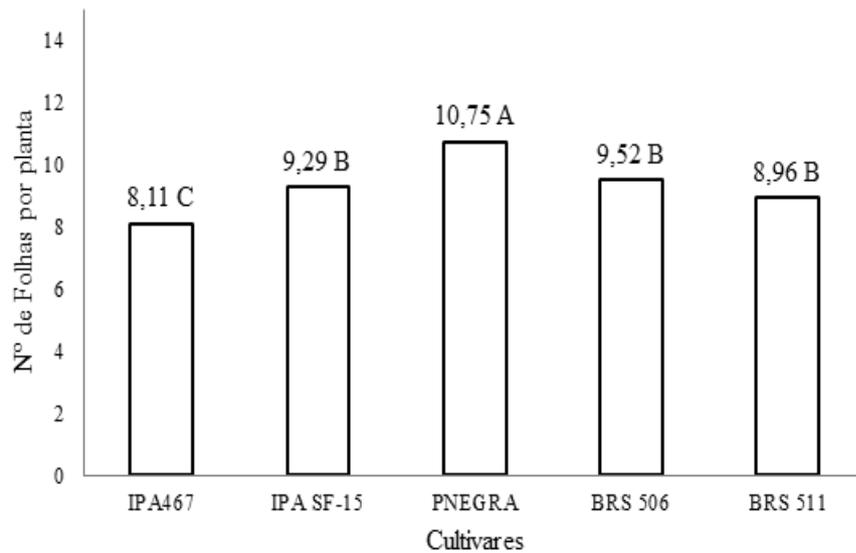
**Figura 13.** Diâmetro do terço médio do colmo entre a rebrota de cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



#### 4.1.5 Números de folhas

Na Figura 14 estão apresentados os valores médios para números de folhas por planta para as cultivares, verifica-se que a cultivar Ponta Negra. Apresentou maior números de folhas com 11 folhas, as cultivares SF-15, BRS 506 e BRS 511 em média 9 folhas e não diferiram entre si, e a cultivar IPA 467-4-2 foi a que apresentou menor número de folha, sendo 8 folhas por planta. Sendo em media de 7 a 10 folhas por planta para a cultura do sorgo, o número de folhas tem influência direta na produção de matéria seca na planta.

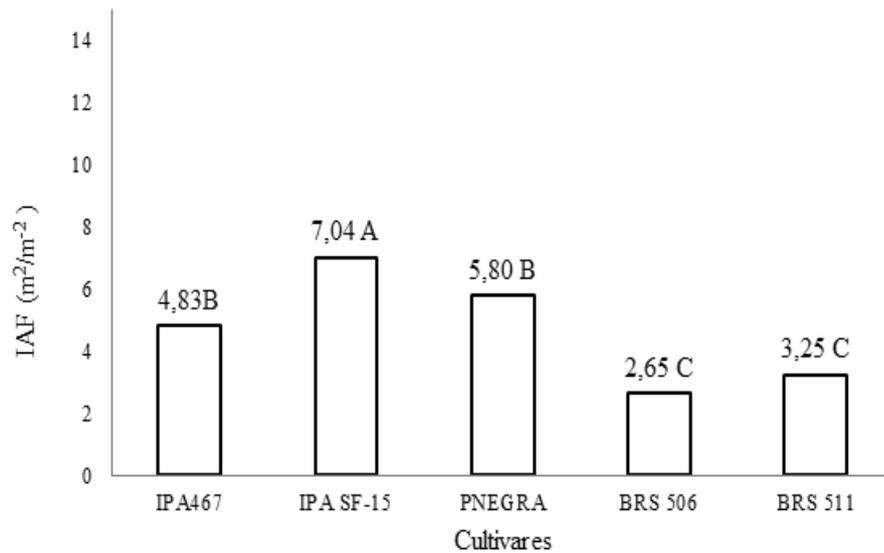
**Figura 14.** Números de folhas entre a rebrota de cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



#### 4.1.6 Índice da área foliar na primeira rebrota

Observando os valores médios do índice de área foliar apresentado na Figura 15 verifica-se que a cultivar IPA SF-15 apresentou maior índice ( $7,04 \text{ m}^2$ ), as cultivares Ponta Negra e IPA 467-4-2 apresentaram em médias  $5,80 \text{ m}^2$  e  $4,83 \text{ m}^2$  e não diferindo entre si, e as cultivares sacarina BRS 506 e BRS 511 apresentaram os menores índice de área foliar, sendo  $3,25 \text{ m}^2$  e  $2,83 \text{ m}^2$  respectivamente. Essas variações entre a rebrota das cultivares de sorgo são esperadas em virtude das características dos genótipos e dos fatores ambientais envolvidos, entre vários fatores envolvidos estão, os números de perfilho, os números de folhas, o comprimento e largura da folha. Segundo (PEREIRA; MACHADO, 1987), quanto mais rápido a cultura atingir o máximo IAF e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será a produtividade.

**Figura 15.** Índice de área foliar (IAF) entre as rebrotas de cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



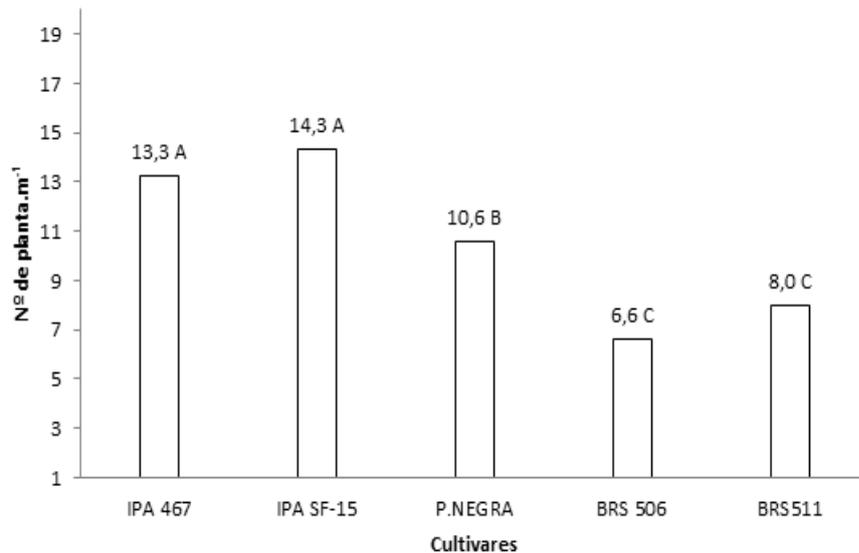
A cultura do sorgo apresenta uma correlação positiva entre a produtividade por planta e o índice de área foliar, indicando haver aumento na produtividade com o aumento no índice de área foliar.

Diversos fatores podem influenciar o IAF, entre esses, o número de rebrotas, o tamanho e a largura das folhas, número de folhas verdes, eficiência fotossintética, a influência dos genótipos e os fatores edafoclimáticos da região. De acordo com Leme *et al.* (1984) o índice de área foliar (IAF) é efetivo para avaliar o rendimento final, visto que os maiores valores durante o ciclo de desenvolvimento estariam relacionados com a maior produção final de colmos.

#### 4.1.7. Stand final

Os valores médios dos números de perfilho por m de fileira apresentado na Figura 16 entre as cultivares demonstra que as cultivares SF-15 e IPA 467-4-2 são superiores às demais cultivares, com 14,3 e 13,3 plantas/m respectivamente, a cultivar Ponta Negra foi a terceira em números de plantas com 10,3 plantas/m, as cultivares sacarina BRS 506 (6,6 plantas/m) e BRS 511 (8,0 plantas/m) não diferem entre si estatisticamente e apresentaram menor número de plantas, o que caracteriza baixo número de perfilho.

**Figura 16.** Avaliação do número de plantas por metro entre a rebrota de cultivares de sorgo a 5 % de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



#### **4.2 RENDIMENTO DE MASSA FRESCA TOTAL, MASSA SECA TOTAL E MASSA FRESCA E SECA POR PLANTA DA PRIMEIRA REBROTA**

Foi observada diferença significativa entre as lâminas de irrigação no ambiente avaliado para todas as variáveis avaliadas como massa fresca total, massa seca total, massa fresca /planta e massa seca /planta (Tabela 5) onde demonstrar a importância da água no crescimento, produção e no acúmulo de nutrientes das plantas.

Em relação às cultivares foi observada diferença significativa para todas as variáveis avaliadas (Tabela 5). Isso significa que mesmo com características semelhantes entre as cultivares apresentam diferenças na rebrota, na absorção de nutrientes e resposta nas condições do ambiente variando de local para local. Com relação às densidades, não houve efeito significativo. Significa que a rebrota das cultivares de sorgo em relação às duas densidades no sistema de plantio estabelecido não houve competição intraespecíficas das cultivares.

Os resultados observados mostram que não houve efeito significativo (populações x cultivares), e com relação ao efeito (populações x lâminas de irrigação) observa-se que houve efeito significativo apenas para massa fresca total. Os resultados não foram significativos a

5% de probabilidade para qual a relação interações (cultivares x lâminas de irrigação). Houve efeito apenas para a variável massa seca total, sendo os demais não foi significativo a 5% de probabilidade.

Em relação à interação tripla (populações x cultivares x lâminas de irrigação) não houve efeito significativo a 5 % de probabilidade para as variáveis analisada. Com base nos resultados apresentados pela Anova (Tabela 05) pode-se concluir que houve efeito significativo para as lâminas de irrigação para todas variáveis analisadas.

**Tabela 5.** Valores da ANOVA para Massa Fresca total, Massa seca total, Massa Fresca/planta, Massa Seca/planta, na 1º Rebrotas de sorgo no Município de Upanema - RN.

F.V	GL	Massa Fresca Total	Massa Seca Total	Massa Fresca/planta	Massa Seca/planta
Estatística F					
EL	3	2,95*	3,75*	2,1 <sup>NS</sup>	0,58 <sup>NS</sup>
LAM	3	3,91*	4,86*	5,62*	2,82*
ERRO 1	9				
QUIT	4	24,82*	19,94*	6,06*	7,70*
POP	1	0,14 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>
POP*CULT	4	0,52 <sup>NS</sup>	1,01 <sup>NS</sup>	1,37 <sup>NS</sup>	0,89 <sup>NS</sup>
POP*LAM	3	2,29*	1,89 <sup>NS</sup>	1,33 <sup>NS</sup>	0,78 <sup>NS</sup>
QUIT*LAM	12	1,46 <sup>NS</sup>	1,91*	0,46 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>
POP*CULT*LAM	12	0,72 <sup>NS</sup>	1,19 <sup>NS</sup>	1,67 <sup>NS</sup>	1,33 <sup>NS</sup>
Resíduo	108				
Média		43,69	19,08	304,75	132,94
CV 1		44,12	40,31	349,0	48,39
CV 2		28,84	33,79	28,00	34,08

\*Significativo a 5% pelo teste F, N.S não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Dados obtidos na pesquisa (2015).

#### 4.2.1 Massa fresca total da rebrota de sorgo

Os valores apresentados na Figura 17 demonstram os rendimentos médios de massa fresca (tonelada por hectare) em relação aos efeitos das lâminas de irrigação testada. Observou-se que a lâmina de irrigação equivalente a 100 % da ETc foi a que mais se destacou na produção de massa fresca, com uma produtividade de 51,98 t ha<sup>-1</sup>, mas a mesma não diferiu estatisticamente das lâminas de 50 e 125% da ETc. A lâmina de irrigação equivalente

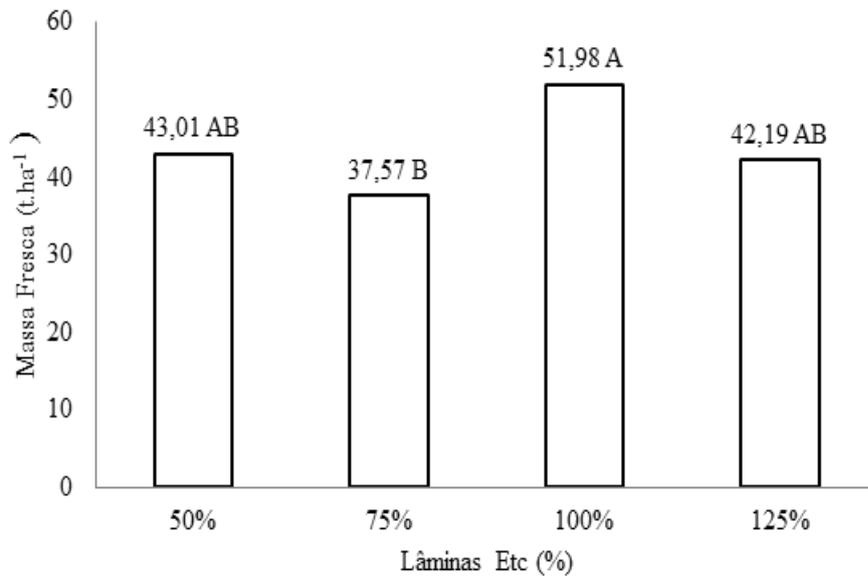
a 50% da ETc, mesmo produzindo 17% a menos que a lâmina de 100% ETc, mostrou-se uma alternativa viável em virtude do problema de escassez hídrica vivenciado na região.

O fato da lâmina equivalente a 50% da ETc ter obtido produção superior a de 75% da ETc, pode estar associado com o uso eficiente da água pela cultura e a ocorrência de precipitações ao longo do ciclo, dando uma condição de resposta maior para as plantas sob condições de estresse hídrico. De acordo com Magalhães e Durães, (2003) o sorgo apresenta mecanismos morfológicos e bioquímicos com características xerófitas. Essa espécie apresenta uma cerosidade natural que o leva a perder menos água durante a transpiração.

Trabalho realizado por Tomaz et al. (2015), onde analisou o efeito das lâminas de irrigação em cinco cultivares de sorgo no primeiro ciclo, verificaram um aumento da produção de biomassa fresca de acordo com o crescimento da lâmina de irrigação, onde a produção média das cultivares cresceu em 29% para uma lâmina equivalente a 125% da ETc em relação a obtida na lâmina de 50% da ETc. Esses resultados divergem dos obtidos neste trabalho (figura 17) onde observou-se um aumento de 2% na produtividade alcançada com a lâmina de 50% da ETc, quando comparada com a de 125% da ETc. Essa divergência pode estar relacionada ao sistema radicular já estabelecido da rebrota da cultura, o que a torna mais adaptada a condições de déficit hídrico no solo quando comparado com a cultura no primeiro ciclo.

Observou-se um comportamento crescente na lâmina a 50% da ETc, até um ponto máximo (lâmina de 100% da ETc) e decrescendo posteriormente na (lâmina de 125% da ETc). Esses resultados corroboram com os obtidos por Domingos et al. (2010) onde a altura de plantas, matéria verde e matéria seca, apresenta comportamento quadrático em função da lâmina de água aplicada por ciclo na cultura do sorgo, crescendo até um ponto máximo e decrescendo posteriormente.

**Figura 17.** Produção de massa fresca em função das lâminas de irrigação ETC (%), Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



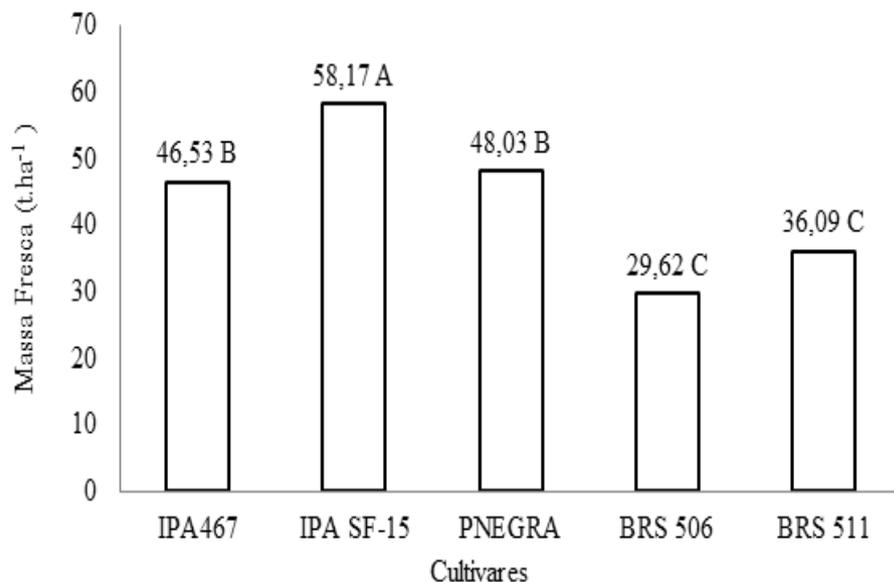
Segundo Taiz e Zeiger (2004) afirmam que as plantas produzem umas enormes variedades de substâncias sendo classificadas com metabólicos secundários usados na defesa vegetal que também incluem adaptação ao ambiente. O sorgo sacarino adapta-se muito bem as condições dos trópicos e regiões áridas justamente por apresentar um uso mais eficiente de água quando comparado ao milho tornando essa cultura promissora na produção de bioenergia (REDDY, 2013). De acordo com Mota (1983), a recuperação passa a ser lenta, quando a planta se aproxima do ponto de murcha. Porém, depende de vários fatores entre eles os fatores edafoclimáticos, o tempo de exposição ao estresse e do manejo da irrigação, além da espécie envolvida.

Os valores apresentados na Figura 18 demonstram os rendimentos médios de massa fresca (tonelada por hectare) entre as cultivares na primeira rebrota, sendo a cultivar IPA SF-15 a que apresentou a melhor resposta ao incremento hídrico com uma produtividade de massa fresca de 58,17 t ha<sup>-1</sup>, sendo superior as demais cultivares. Esse comportamento pode estar relacionado ao número de perfilhos obtidos na rebrota como também a adaptação da cultivar ao ambiente, Já as cultivares IPA 467-4-2 e BRS PONTA NEGRA apresentaram produtividade semelhante entre si, sendo superior às cultivares sacarinas (BRS 506 e BRS 511). Esse comportamento pode ser explicado, em virtude do baixo número de perfilhos na rebrota das cultivares sacarinas onde apresentaram uma produtividade de massa fresca de

36,09 t.ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS 511 e 29,62 t.ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS 506, sendo esse valor considerado muito baixo quando comparado com a metas de produtividade sugerido por Durães et al. (2011) onde o sorgo sacarino deve ter uma produtividade mínima de biomassa de 60 t/ha.

Em relação a cultivar IPA SF-15 foi observado um comportamento parecido obtido no trabalho de Tabosa *et al.* (2010), onde registrou elevadas produtividades de biomassa em condição irrigada, com o solo fertilizado quimicamente e com adição de matéria orgânica, a variedade IPA SF-15 apresentou produção de matéria verde de 194 t ha<sup>-1</sup>. Em condição de sequeiro, o maior resultado de produção de matéria verde obtido na região foi de 126 t ha<sup>-1</sup> em duas colheitas.

**Figura 18.** Produção de massa fresca em função da rebrota das cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).



**Tabela 6.** Valores médios para rendimentos de massa fresca no 1º e 2º ciclo entre as cultivares de sorgo.

Período	Cultivares (t ha <sup>-1</sup> )				
	IPA SF-15	IPA 467-4-2	P. NEGRA	BRS 506	BRS 511
1º ciclo	75,33	55,87	62,95	65,66	59,17
2º ciclo	58,17	46,53	48,03	29,62	36,09

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Os valores médios correspondente das cultivares no 2º ciclo em relação aos rendimentos de massa fresca do 1º ciclo para a cultivar IPA SF-15 foi de 77,22 %, para a cultivar IPA 467-4-2 é de 83,28 % e a cultivar Ponta Negra 76,30 %, Já para as BRS 506 e BRS 511 foram 45,11% e 61% respectivamente.

Tabosa *et al.* (2010) trabalhando em 5 locais do semiárido nordestino e avaliando sorgo sacarino e forrageiro de elevada produção de biomassa observaram que a variedade de sorgo SF-15 apresentou rendimento de biomassa (produção de matéria verde total e de colmo) superiores às variedades sacarinas tradicionais. Santos *et al.* (2007), em sete locais do Nordeste, Cruzeta-RN, São Gonçalo do Amarante-RN, São Bento Una -PE, Quixadá-CE, Barreira -CE e Canindé-CE. Respectivamente, encontraram rendimentos de massa verde no primeiro ciclo da cultura, para a variedade BRS Ponta Negra de: 26,5; 55,3; 29,2; 26,8; 85,7; 34,5 e 46,3 t ha<sup>-1</sup>, para a variedade IPA 467-4-2 de 31,5; 55,2; 27,0; 24,2; 65, 7; 38,9; 49,9 t ha<sup>-1</sup>.

Trabalho realizado por Lima *et al.* (2010), em Apodi - RN, onde analisaram 18 materiais sendo 6 híbridos e 12 variedades observaram que a variedade IPA 467-4-2 obteve melhor resultado na produção de massa verde com 50,40 t ha<sup>-1</sup>, seguida pela cultivar SF-15 com 44,82 t ha<sup>-1</sup> e a cultivar BRS 506 com 31,98 t ha<sup>-1</sup> de massa verde. Diógenes *et al.* (2012), trabalhando com 9 variedades de sorgo na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte em Ipanguaçu - RN, observam-se que a cultivar SF-15 se apresentou como a mais produtora de massa verde (MV) com um rendimento de 136,26 t ha<sup>-1</sup>. Seguida pela cultivar IPA 467-4-2 com rendimento de 105,20 t ha<sup>-1</sup> e pela BRS 506 com 77,51 t ha<sup>-1</sup>.

Vários autores têm encontrados bons rendimentos da cultivar IPA SF-15 em primeiro ciclo no semiárido, onde a cultivar apresentou elevada produtividade do qual foi constado neste trabalho com a primeira rebrota, apresentando assim uma alternativa para a região.

#### **4.2.2 Massa seca total da rebrota**

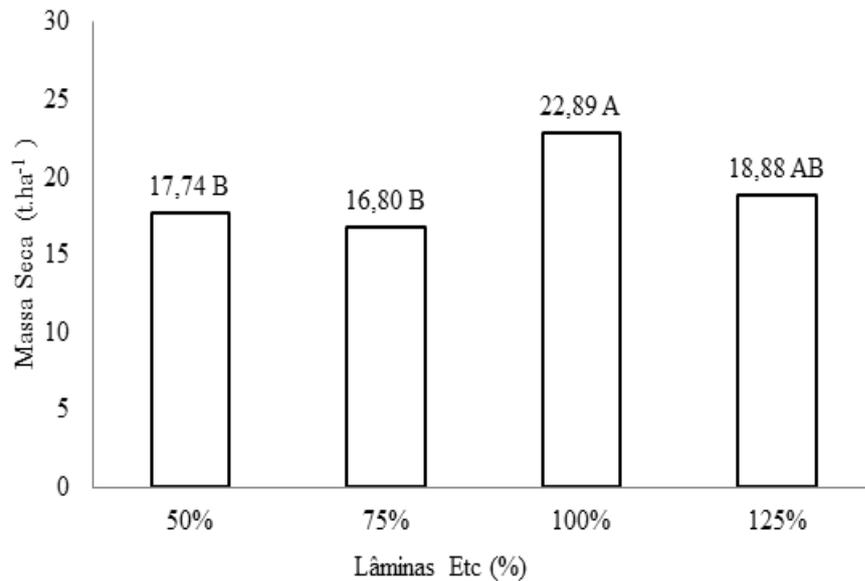
Os valores apresentado na Figura 19 demonstram os rendimentos médios de massa seca (toneladas por hectare) para as diferentes lâminas de irrigação estudada. Constata-se que a lâmina equivalente a 100% ETc foi a que mais se destacou na produção de massa seca com

uma produção de 22,89 t ha<sup>-1</sup>, sendo superior as demais Lâminas, mais não diferiu estatisticamente da lamina 125% da ETc.

Verificou-se que a lâmina equivalente a 50% da ETc apresentou um rendimento 17,74 t ha<sup>-1</sup>, e não difere entre si estatisticamente da lâmina de 75% da ETc que é equivalente a 77,5% da produção obtida com 100% da ETc. De acordo com Magalhães e Durães (2003) Em condições de estresse hídrico, as plantas diminuem o seu metabolismo e enrolam suas folhas nessas condições assim, é chamado de mecanismos de defesa e, finalizado o período de estresse hídrico, voltando ao estado normal de desenvolvimento retorna de forma excepcional.

Esse comportamento em relação a lamina de 50% da ETc e a produção obtida é bastante importante devido a função que a água desempenhar na vida da planta desde a constituição física e química como também fisiológica fazendo partes dos constituintes celular e desempenham funções no crescimento, produção e no acúmulo de nutrientes e no processo de fotossíntese das plantas e o destaque por parte da cultura do sorgo no uso eficiente da água é bem notável. De acordo Santo e Carlesso (1998) afirmam que na ocorrência do déficit hídrico sendo rápidos, os mecanismos morfofisiológicos são severamente afetados e a planta necessita adaptar-se à nova situação, de forma rápida. Assim, as plantas conduzidas em condições de irrigação normalmente apresentam menos resistência a situações de déficit hídrico no solo; diferente das plantas submetidas ao déficit hídrico gradual ou a deficiência de água no solo no início do seu ciclo, sendo mais fácil ocorre a adaptação das plantas.

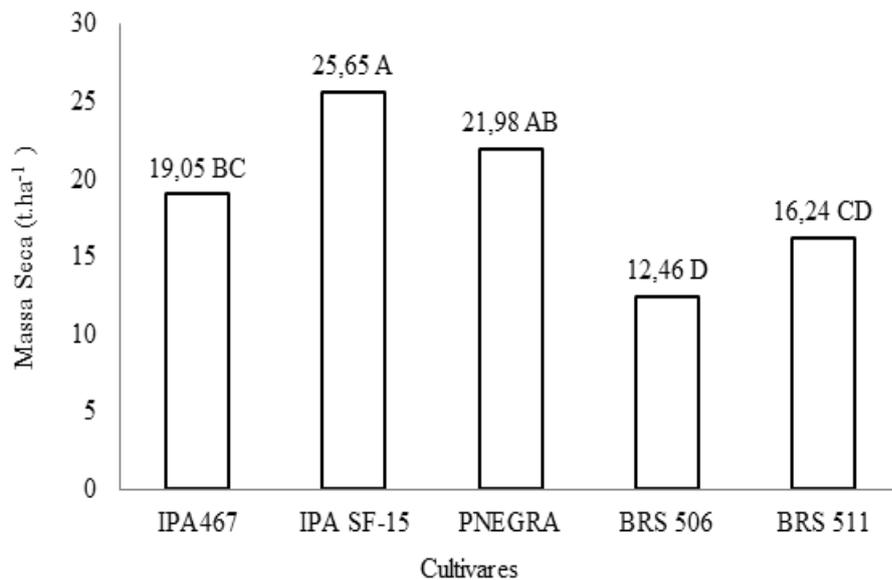
**Figura 19.** Produção de massa seca em função das lâminas de irrigação ETC (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



Os valores apresentados na Figura 20 demonstram os rendimentos médios de massa seca (toneladas por hectare) entre as cultivares da primeira rebrota. Consta-se que a variedade IPA SF- 15 obteve a maior produtividade de Massa Seca, sendo seguida pela PONTA NEGRA com uma produtividade de 25,65 e 21,98 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo as duas superiores as demais. A variedade BRS 506 apresentou a menor produtividade de massa seca com 12,46 t ha<sup>-1</sup>, embora não diferindo da BRS 511, que teve 16,24 t ha<sup>-1</sup>. Segundo Taiz e Zeiger (2004), as produtividades das plantas são limitadas pela seca, pela disponibilidade e quantidade de água no ambiente e pela eficiência do seu uso pelo organismo. Sendo assim, uma planta capaz de obter mais água ou que tenha maior eficiência no seu uso, resistirá melhor à seca.

Trabalho de Magalhães *et al.* (2016) foi relatado que em adição à tolerância, as linhagens apresentam traços conservativos de evitar a seca em suas raízes, além de reunir o maior número de atributos anatômicos e modificações que lhe permite suportar melhor a seca. Estes atributos podem explicar sua performance sob déficit hídrico, onde os parâmetros fisiológicos apesar de não manterem uma relação direta com a tolerância ao estresse ao maior rendimento de grãos, vêm sendo utilizados para auxiliar no melhoramento genético, sendo um fator que pode explicar o desempenho da rebrota da cultivar SF-15 nas condições edafoclimáticas de Upanema- RN, onde apresentou maior rendimento entre as cultivares testadas.

**Figura 20.** Produção de massa seca entre as cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



**Tabela 7.** Valores médios dos rendimentos de massa seca no 1º e 2º ciclo entre as cultivares de sorgo.

Período	Cultivares (t ha <sup>-1</sup> )				
	IPA SF-15	IPA 467-4-2	P. NEGRA	BRS 506	BRS 511
1º ciclo	14,81	10,24	15,04	11,61	21,90
2º ciclo	25,65	19,05	21,98	12,46	16,24

Observa-se que os rendimentos de massa seca do segundo ciclo são maiores que no primeiro ciclo com exceção para cultivá-la BRS 511. Esses valores são compatíveis com a resposta da rebrota, do qual as cultivares sacarina apresentou baixos números de perfilhos.

De acordo com Oliveira *et al.* (2005) mostraram que a maior altura de planta associado com maior número de plantas por hectare proporcionaram maiores valores para produção de biomassa em híbridos de sorgo, sendo esses valores inversos a medida que a altura e numero de perfilhos por hectare diminuíram. Segundo Monteiro *et al.* (2004) afirmam que apesar da altura de planta ser um caráter decisivo para a produção de biomassa em sorgo forrageiro, nem sempre a maior altura implica maior produção de matéria seca. Portanto para que ocorra um aumento no peso do perfilhos essa variável deve está ligada também ao diâmetro do colmo.

Estudos realizado por Tabosa *et al.* (2010), em diferentes ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008 e 2009, Observaram que a cultivar IPA SF-15 produziu em média 85,9 (t ha<sup>-1</sup>) de massa fresca e 27,0 (t ha<sup>-1</sup>) de massa seca. A cultivar IPA SF-15 consumiu 310 e a variedade Ramada consumiu 909 kg de água para produzirem a mesma quantidade de matéria seca. Essa informação é considerada valiosa, em face da possibilidade de irrigação em grandes áreas de sorgo sacarino para produção de etanol no Semiárido do Brasil e regiões similares. Pesquisa realizada por Santos *et al.* (2007), em sete locais do Nordeste, sendo Cruzeta-RN, São Gonçalo do Amarante- RN, São Bento Una - PE, Quixadá - CE, Barreira - CE e Canindé – CE, respectivamente, mostraram, os rendimentos de massa seca, da variedade BRS Ponta Negra com: 9,7; 37,1; 9,4; 7,7; 27,9; 11,2; 15,1 t ha<sup>-1</sup>. E os rendimentos da variedade IPA 467-4-2 na produção de massa seca com 8,8; 26,0; 9,9; 9,3; 22,6; 13,4 e 17,2 t ha<sup>-1</sup>.

#### 4.2.3 Números de plantas por área (stand)

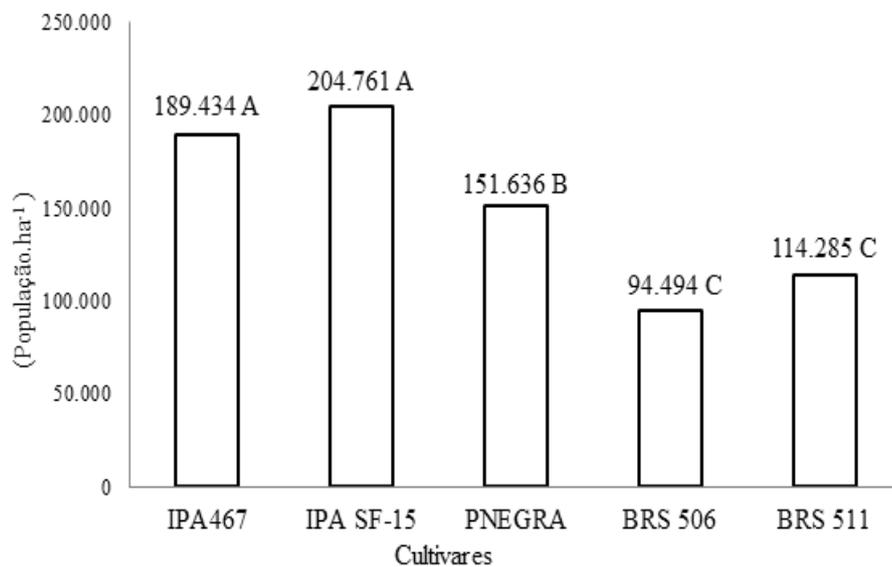
Observa-se na Figura 21 que as variedades IPA 467-4-2 e IPA SF-15 não diferem entre si estatisticamente e apresenta maiores números de plantas que as demais cultivares. As variedades BRS 506 e BRS 511 foram as que apresentaram menores números de plantas.

As cultivares IPA SF-15, IPA 467-4-2 e Ponta Negra apresentaram maiores números de plantas por hectare em relação ao primeiro ciclo. Esses resultados corroboram com os obtidos por Botelho *et al.* (2010) onde encontraram valores superiores de números de plantas por hectare em condições de rebrota comparada ao primeiro corte, porém neste trabalho as cultivares sacarinas apresentaram baixo números de perfilhos isso pode esta relacionada ao genótipos ou as condições do ambiente. Trabalhos realizados por Magalhães *et al.*(2000) afirmam que os fatores de manejo da cultura também interferem no perfilhamento, levando em conta a genética dos cultivares e as condições ambientais, como densidade populacional de plantas, espaçamento entrelinhas de semeadura, fertilidade do solo, a oferta hídrica, temperatura, entre outros.

De acordo com Goes *et al.* (2011), os maiores valores para altura de planta e diâmetro de colmo proporcionaram maior produção de matéria seca em sorgo granífero. Sendo assim o

número de plantas está ligada à população de perfilhos em função da área, a altura da planta e o diâmetro do colmo estão ligados aos valores de volume /ou peso do perfilho. As associações dessas características agrônômicas causam efeitos importantes, na densidade dos estandes e no porte físico do perfilho, podendo influenciar a produção de biomassa por área.

**Figura 21.** Números de plantas por área (stand) entre as cultivares de sorgo, Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



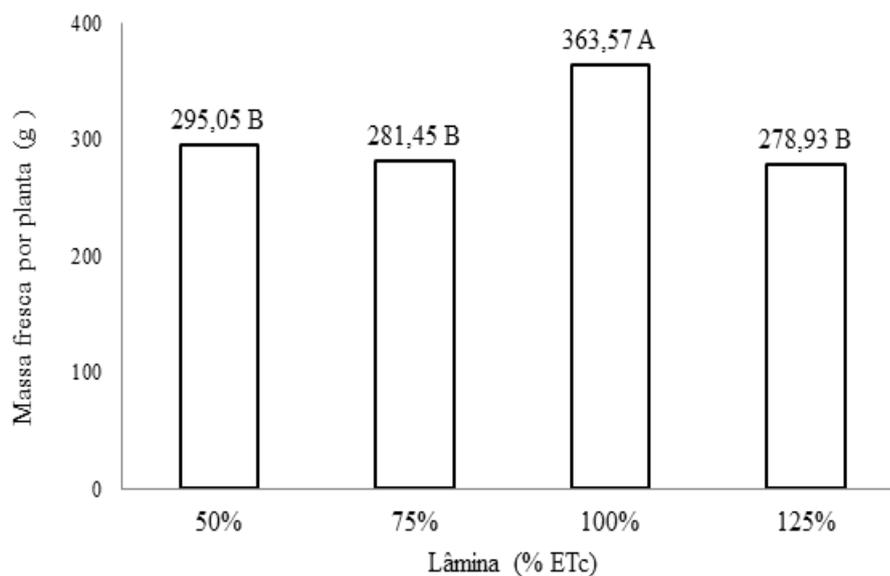
#### 4.2.4 Produção de massa fresca por planta

Analisando a Figura 22, verifica que a Lâmina equivalente a 100% da ETc foi a que mais se destacou na produção de massa fresca por planta com uma produção de 363,57 g, sendo superiores as demais Lâminas.

Pode-se observar que a lâmina a 50% da ETc que não diferiu de 75% e 125 % da ETc produziu 80% do que foi produzido com a lâmina de 100% da ETc. Isso demonstra que quando irrigado com uma lâmina em torno de 50% da ETc teve uma maior resposta, em relação a lâmina de 75% da ETc. conclui-se que o sorgo tem uma alta eficiência pelo uso da água quando se irriga com lâmina de irrigação deficitária.

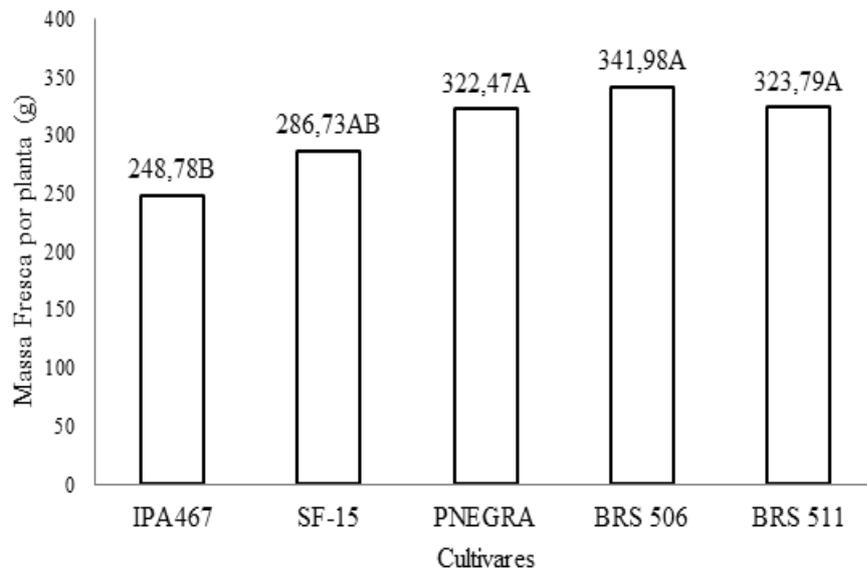
Esse comportamento de maior acúmulo de massa fresca por planta na lâmina de 100% da ETc em relação as demais lâminas devem-se as condições favoráveis ao longo do ciclo sem estresse, em resposta a comportamento do acúmulo de massa fresca por planta na lâmina de 50% da ETc. De acordo com Amaral *et al.* (2003), existem linhagens sorgo que apresentam alta capacidade de resistência ao estresse hídrico sendo essas características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento e/ou diminuir suas atividades metabólicas sob a falta de água, e após o termino deste período de déficit, as plantas conseguem crescer mais rapidamente do que as que não passam por essa limitação hídrica.

**Figura 22.** Produção de massa Fresca/planta em função das lâminas de irrigação ETc (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).



Os resultados apresentados na Figura 23 mostram que as duas variedades sacarinas BRS 506 e BRS 511 e a variedade Ponta Negra e a IPA SF-15 apresentaram maior rendimento de massa fresca por planta respectivamente e não difere entre si, resultado esperado visto que apresentaram menor número de perfilho em consequência menor competição por água e nutriente obtendo maior absorção por planta devida maior disponibilidade. Porém a variedade IPA 467-4-2 apresentou rendimento menor que as variedades BRS 506, BRS 511, Ponta Negra e a IPA SF-15.

**Figura 23.** Produção de massa Fresca por planta entre as cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

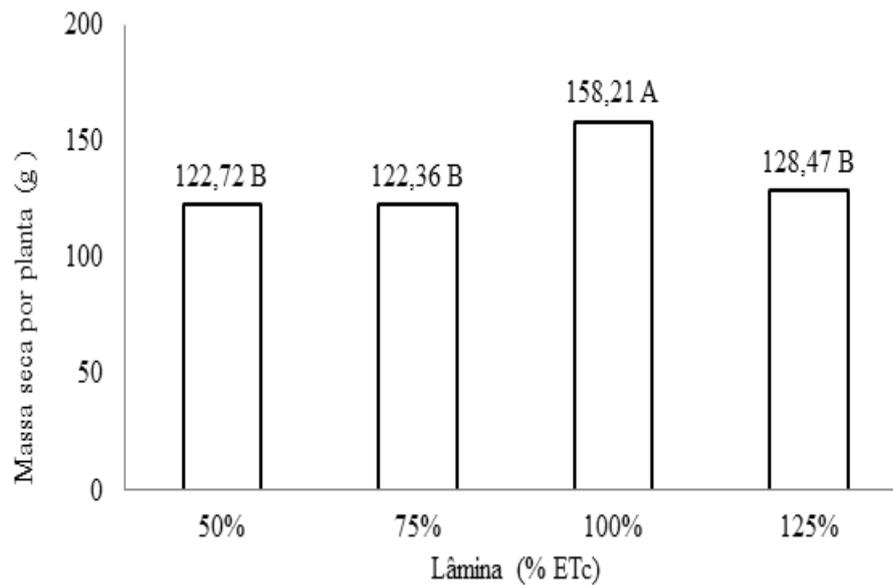


#### 4.2.5 Produção de massa seca por planta

Na Figura 24 são apresentados os rendimentos médios de massa fresca por planta em função do efeito das lâminas de irrigação com base nas estimativas da ETc. Pode-se observar que a lâmina equivalente a 100 % da ETc apresentou maior rendimento de massa seca por planta com uma produção de 158,21 g, sendo superiores as produções obtidas nas demais lâminas. Essas demais lâminas apresentaram rendimentos semelhantes entre si. Isto pode ser explicado pelas condições estressantes. Verificou que a lâmina equivalente a 50% da ETc produziu 77,6% da produção obtida com 100% da ETc.

De acordo Blum e Sullivan (1986), o sorgo faz maior ajuste osmótico, se comparado com milho, milheto e outras culturas, sendo mais tolerante à seca que as outras espécies. Essa característica são notadas em diversos trabalhos que relacionar lâminas com a % da ETc na cultura do sorgo, pois a eficiência de resposta do uso da água na cultura é maior quanto menor for o percentual da ETc.

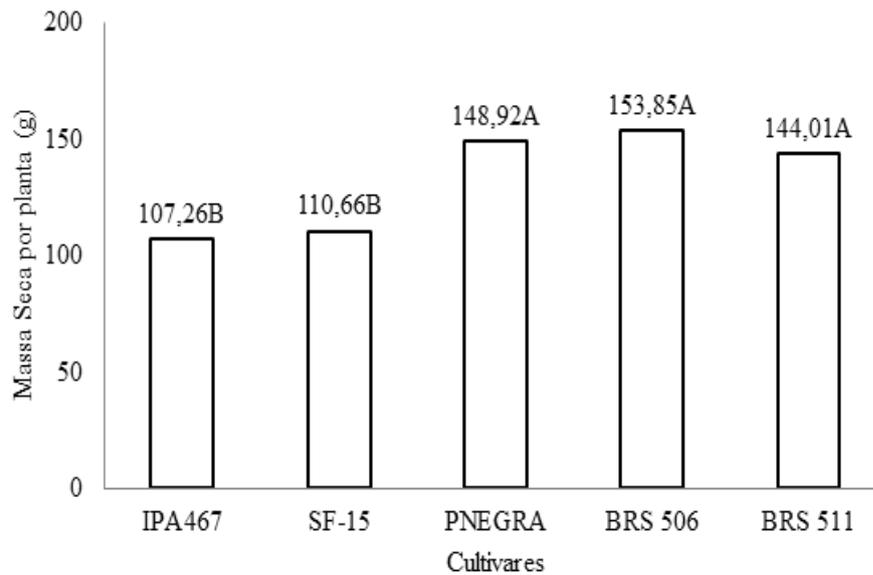
**Figura 24.** Produção de massa seca/planta em função das lâminas de irrigação ETc (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



Pieter e Carlesso (1996), trabalhando com comportamento do sorgo granífero em função de diferentes frações da água disponível no solo encontraram acúmulo maior de massa seca total por planta à medida que aumenta a fração de água disponível no solo, tendo encontrado os seguintes valores 60,09; 78,86; 78,85 e 111,36 g para as seguintes frações 0,65; 0,75; 0,85; 0,95, respectivamente. Esse resultado corrobora com os obtidos nesse trabalho com base ao acúmulo de massa seca total por planta em resposta a fração de água disponível.

Os valores apresentados na Figura 25 demonstram os rendimentos médios de massa fresca por planta em função do comportamento entre as cultivares estudadas. As cultivares sacarinas BRS 506, BRS 511 e a PONTA NEGRA apresentaram maior rendimento de massa fresca por planta não difere entre si. Já a cultivar IPA SF-15 e IPA 467-4-2 apresentou menores rendimentos. Isto pode ser explicado em virtude do maior número de perfilho dessas cultivares e da competição por luz, água e nutrientes.

**Figura 25.** Produção de massa seca/planta entre as cultivares de sorgo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



Segundo (MAGALHÃES; DURÃES, 2003), o sorgo também apresenta maior eficiência na utilização da água que outros cereais, uma vez que ele necessita de 330 litros de água para produzir 1 kg de matéria seca, enquanto o trigo e o milho necessitam de aproximadamente 500 e 370 litros, respectivamente. Com base nas informações acima citadas pelos autores, corroborar com as informações obtidas na tabela 08 que demonstra os rendimentos entre as cultivares e algumas características agrônômicas que confirma esses resultados.

**Tabela 8.** Valores médios de rendimentos entre as cultivares para massa verde e massa seca, massa verde por planta e massa seca por planta, altura de planta, ciclo e estande final da rebrota de sorgo, obtidos em Upanema – RN.

2º ciclo		Rendimento (t ha <sup>-1</sup> )					
Cultivares	Massa Fresca	Massa Seca	Massa Fresca por Planta	Massa Seca por Planta	Altura de planta (m)	Florescimento (dias)	Estande Final (pl.ha <sup>-1</sup> )
	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )	(g/pl)	(g/pl)			
IPA 467-4-2	46,53	19,05	248,70	107,26	3,26	88	189.434
IPA SF-15	58,17	25,65	286,73	110,66	3,39	88	204.761
P. NEGRA	48,03	21,98	322,47	148,92	1,98	71	151.636
BRS 506	29,62	12,46	341,98	153,85	2,21	71	94.494
BRS 511	36,09	16,24	323,79	144,01	2,01	66	114.285

Os valores apresentados na tabela 08 corroboram para a resposta ao baixo rendimento de massa verde e massa seca pelas cultivares BRS 506 e BRS 511 em comparação às demais cultivares, isso pode ser explicado, em virtude da baixa capacidade de perfilhamentos. Porém quando avaliadas para rendimentos de massa fresca e massa seca por plantas apresentam maior rendimento por planta. Pode justificar pela menor competição intraespecífica por luz, água e nutrientes.

## 5 CONCLUSÃO

A cultivar IPA SF-15, associada à lâmina de 100% da ETC, junto com a IPA 467-4-2 e BRS Ponte Negra foram mais produtivas em termos de biomassa.

As cultivares BRS 506 e BRS 511 apresentaram baixo rendimento de massa verde e massa seca pela baixa capacidade de perfilhamento.

Aplicação de lâmina de irrigação equivalente a 50% da ETC proporcionou redução de apenas 17% de biomassa fresca e de 23% de biomassa seca quando comparada as produções obtidas com a lâmina de 100% da ETC.

As cultivares IPA SF-15 e a IPA 467-4-2 são as mais recomendadas para as condições do semiárido potiguar, por apresentar elevado índice de rebrota e perfilho em dois ciclos sucessivos.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA; L. S.; RAES, D. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** In: Rome: Irrigation and Drainage Paper 56, 300 p. FAO, 1998.

ALBUQUERQUE, C.J.B; TARDIN, F. D. PARRELLA, R. A. da C; GUIMARÃES, A. de. S. OLIVEIRA, R. M. DE; SILVA, K. M. de J. **Sorgo Sacarino em Diferentes Arranjos de Plantas e Localidades de Minas Gerais, Brasil.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, [s. l.], v. 11, n. 1, p.69-85, 30 abr. 2012. Disponível em:

< <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66189/1/Sorgo-sacarino-2.pdf>>. Acesso em 14 out. 2015.

AMARAL, S. R.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N.; SANTOS, M. V. F. S.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, V. F. **Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condições controladas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n.8, p. 973-979, 2003. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n8/18238.pdf>>. Acesso em 14 out.2015.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA JR., W. B.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. **Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia, GO. Anais... Goiânia: ABMS, 2010. p. 2219-2224.

ALBUQUERQUE, F. da S.; SILVA, Ê. F. de. F. e; FILHO, J. A. C. de. A; LIMA, G. S. **Necessidade Hídrica E Coeficiente De Cultivo Do Pimentão Fertirrigado.** Revista Irriga. Botucatu-SP. v. 17, n. p. 481 - 493, out. - dez. 2012. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/399>>. Acesso em 14 out.2015.

BAUMHARDT, R. L.; HOWELL, T.A. **Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield.** Agronomy Journal, Madison, v.98, n.3, p.462-470, Apr. 2006. Disponível em:

<<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=3627&content=PDF>>. Acesso em 14 out.2015.

BARTLETT, M.S. **Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology.** Journal of the Royal Statistical Society. v.4, n.1, p.137-183, 1937. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/2983644?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2983644?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em 14 out. 2015.

BARROS, L. M.; FACCHINELLO, P. H. K.; CARLI, R. de.; EMYGDIO, B. M. **Efeito da**

**época de semeadura sobre a produção de sorgo sacarino, na Região Sul do RS, na safra 2012/2013.** In: Congresso de Iniciação Científica, 22.; Encontro de Pós-graduação, 15., 2013, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPE, 2013.1CD-ROM.

BOTELHO, P. R. F. **Avaliação De Genótipos De Sorgo Em Primeiro Corte E Rebrotas para Produção De Silagem.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.3, p. 287-297, 2010. Disponível em:< <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/309>>. Acesso em 14 out. 2015.

BLUM, A.; SULLIVAN, C. Y. **The comparative drought resistance of landraces of sorghum and millet from dry and humid regions.** Annals of Botany, Oxford, v. 57, p. 1243 - 1251 1986. Disponível em:< <https://academic.oup.com/aob/article/57/6/835/238043/The-Comparative-Drought-Resistance-of-Landraces-of> >. Acesso em 14 out.2015.

BRANDÃO, L. M; Borges, I.D; FRANCO, A. A. N.; KONDO, M. K; MOREIRA, T. R. de S.; SOUZA, V. A. de. **Acúmulo de macronutrientes secundários, na safra e rebrotas em plantas de sorgo forrageiro.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves. CNMS, 2016.

CARVALHO JÚNIOR, G. A. de; TARDIN, F. D. ; BERNADINO, K. da C.; GODINHO, V. de P. C.; SCHAFFERT, R. E. **Avaliação da variabilidade do período de enchimento de grãos em sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench).** 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. Anais... Búzios. SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

CARVALHO. L. G. de; DANTAS A. A. A. NETO P. C. **Evapotranspiração.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS- UFLA (Material Didático) 21p. Disponível em:<[http://deg.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/Agrometeorologia/8EVAPOTRANSPIRACAO.pdf](http://deg.ufla.br/site/_adm/upload/file/Agrometeorologia/8EVAPOTRANSPIRACAO.pdf)>. Acesso em 14 de out. 2015.

CARVALHO, H. A; GONÇALVE, J. A. G. S; ASSIS, L. C. da S. L. C; GONÇALVE, J. de S; BRAGA , A. P. **Composição químico-bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) em diferentes tipos de silos experimentais.**In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA ZOOTEC, 25., 2015. Fortaleza Anais... Fortaleza. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Armazenagem Agrícola no Brasil.** CONAB Brasília: 2005. 48p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7420aabad201bf8d9838f446e17c1ed5.pdf> >. Acesso em 14 de out. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento.** CONAB Brasília: 2015. 75p. Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_09\\_09\\_00\\_21\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_09_09_00_21_boletim_graos_janeiro_2015.pdf)>. Acesso em 14 de out. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal (sorgo), período: junho de 2016**. CONAB Brasília: 2016., 9p.

Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_07\\_08\\_17\\_38\\_24\\_sorgojunho2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_08_17_38_24_sorgojunho2016.pdf)>. Acesso em 14 de dez.2016.

CUNHA, S.P; FILHO, W. A. S. **Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (Sorghum bicolor (L.) Moench)**. Revista Tecnológica, Santa Cruz do Sul/RS, v. 14, n. 2, p. 69-75, jul./dez.2010. Disponível em:

<<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/viewFile/1523/1156>>. Acesso em 14 de out. 2016.

COELHO, I.L.; LOPES, M.J.S.; NEVES, H.K.B.; LOBATO, A.K.S.; OLIVEIRA NETO, C.F.; COSTA, R.C.L. **Acúmulo de biomassa em plantas de sorgo submetidas à deficiência hídrica**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. 60. SBPC, 2008. Campinas. Anais... Campinas. UNICAMP, 2008. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/60ra/resumos/resumos/R1259-1.html>>. Unicamp, Campinas, SP, 2008. Acesso em: 15 de dez. 2016.

DIÓGENES, C.N; MEDEIROS, A. C; GONÇALVES, R. J. de S; ASSIS, L. C. da S. L. C; LIMA, H. F.F. de; SOUSA, W. B. de; COSTA, M. K. de O. **Desempenho de Cultivares de Sorgo com Potencial Forrageiro para o Vale do Açu-RN**. Revista Cientista de Produção Animal. v.14, n.1, p.29-31, 2012. Disponível em:<<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/view/2351>>. Acesso em 14 de out.2016.

DINIZ, G. M. M. (2010) **Produção de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench): aspectos gerais**. Dissertação (Mestrado em Melhoramentos Genético de Plantas) – Recife – PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – UFRPE, 97p.

DOMINGOS. G. F; JÚNIOR, A. B. A; BORGES, I. D; AGUIAR, P.M; HENRIQUES, P; OLIVEIRA, D. **Influência de diferentes lâminas de água na produção de forragem de sorgo, no Norte de Minas Gerais**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,28., 2010: Goiânia: Anais... Goiânia: ABMS, 2010.1CD- ROM.

DOORENBOS, J; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, PB: UFPB, 1994. 306p.

DURÃES, F. O. M. **Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica e**

**industrial para alimento e energia.** Revista Agroenergia. 3. ed. 7-8, ago. 2011.

EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A. da; FACCHINELLO, P. H. K.; STOHRICK, L.; BARROS, L. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino para produção de etanol em diferentes épocas de semeadura, no município de Pelotas, RS.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., 2014, Salvador. Anais... Salvador. 2014. Disponível em:

< <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1000583>> Acesso em 14 de Jan.2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Milho e Sorgo Sistemas de Produção, 2 (cultura do sorgo) ISSN 1679-012X Versão Eletrônica – 3. ed. Set./2007. Sete Lagoas/MG. set. /2007.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Milho e Sorgo Sistemas de Produção, 2** (cultura do sorgo). ISSN 1679-012X Versão Eletrônica – 4. ed. Sete lagoas /MG. set. /2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Rendimento forrageiro de cultivares de sorgo granífero.** Editores técnicos Azevedo et al. Teresina, PI. 2006: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 13p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 68).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Amostragem de Solo e Planta para Análise Química.** Editores técnicos Veloso et al. – Belém, PA. 2006: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 40p. (Série: Documentos 266).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa.** Editores técnicos MAY, A., et al. - Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 120 p.

FAO. **El sorgo y el mijo en la nutrición humana.** Colección FAO: Alimentación y nutrición, n° 27, Roma, 1995. 197 p.

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, F. S.; MELO, A. V.; SILVA, R. R. **Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, Tocantins, v. 3, n. 1, p. 61-67, feb./ 2012.

FERNANDES, P. G.; MAY, A.; COELHO, F. C.; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K. M. **Influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino em diferentes épocas semeadura.** Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 975-981, junho. 2014. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33131128004>>. Acesso em 14 de

out. 2015.

FOLONI, J. S.; TIRITAN, C. S.; COLONEGO, J. C.; DUNDES, L. R. **Rebrota de soqueiras de sorgo em função da altura de corte e da adubação nitrogenada**. Revista Ceres, Viçosa, MG, vol. 55, n. 2, p. 102-108, mar./abr. 2008. Disponível em:

< <http://www.redalyc.org/pdf/3052/305226700009.pdf>>. Acesso em 14 de out.2015.

GOES, R. N.; RODRIGUES, R. A. F.; ARRUDA, O. G.; et al. **Fontes e doses de nitrogênio em cobertura no sorgo granífero na safrinha**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.2, p. 121-129, 2011.

GOMES, E.P; AVILA, M.R.; RICKLI, M.E.; PETRI, F.; FEDRI, G. **Desenvolvimento e Produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do Arenito Caiua, Estado do Paraná**. Revista Irriga, Botucatu, v.15, n.4, p.373-385, 2010. Disponível em:< <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/131> >. Acesso em 14 de out. 2015.

LANDAU, E. C.; SANS. L. M. A. **Cultivo de sorgo: Clima**. (Sistema de Produção, 2). 6. ed. 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/sorgo\\_6\\_ed/clima](http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/sorgo_6_ed/clima)>.acesso em: 14 de out. 2015.

LANDAU, E.C; SANS, A. M. L. **Sistema de produção (Cultivo do Sorgo)**. 4. ed. p. 1-14. Sete Lagoas/MG Set. /2008. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_4\\_ed/ecofisiologia.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/ecofisiologia.htm)>.acesso em:14 de out.2015.

LIMA, J. M. P. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo no Rio Grande do Norte**. EMPARN. Natal, RN. 1993. 5p. (Recomendações Técnicas).

LIMA, J. M. P., MEDEIROS, A. C., GONÇALVES, R. J. de S., LIMA, J. G. A., TABOSA, J. N., LIRA, M. A. e ARAÚJO, J. M. M. **Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino na Chapada do Apodi no Estado do Rio Grande do Norte**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO; 28. 2010: Goiânia: Anais... Goiânia. ABMS, 2010 1CD- ROM.

LEME, E. J. A., MANIERO, M. A.; GUIDOLIN, J. C. **Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade**. Cadernos Planalsucar, Piracicaba, n. 2, p. 3-22, 1984.

LUNARDI, D. M. C. **Efeito da condição de umidade da superfície do solo na evapotranspiração de referência medida e estimada**. 2000. 103 f. Tese (Docência livre) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; CIONE, J. **Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 17, n. 9, p. 1323-1329, set. 1982. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/16281/10473> >. Acesso em 14 de out.2015.

MAGALHÃES, P. C.; FERREIRA, D. M. N.; AZEVEDO, J. T.; VASCONCELLOS, C. A. & BORBA, C. S. **Efeito de peletização na germinação e desenvolvimento de cultivares de sorgo**. Revista Brasileira de Sementes, v.16, n.1, p.20-25, 1994.

MAGALHÃES, P. C.; DURÕES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo. 2000. 46 p. (Circular Técnica, 3).

MAGALHÃES, R. T.; Gonçalves, L. C.; Borges, I.; Rodrigues, J. A. S.; Fonseca, J. F. **Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ), v.62, n.3, p.747-751, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; VIANA, J. H. M. **Resposta fisiológica do sorgo ao estresse hídrico em casa de vegetação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012a. 21 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 87).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do Sorgo. Embrapa Milho e Sorgo**. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em 11/11/2016.

MAGALHÃES, P. C.; SIMEONE, M. L. F.; CARNEIRO, N. P.; GOMES JÚNIOR, C. C.; SOUZA, T. C. de; OLIVEIRA, A. C. de; FONSECA, T. M. da. **Efeitos de Diferentes níveis de estresse hídrico na caracterização ecofisiológica de genótipos de sorgo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016: Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves. 2016.

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K. M.; SILVA, A. F. da; COELHO, M.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; FILHO, I. A. P. **Influência do arranjo de plantas no desempenho produtivo de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em Sete Lagoas - MG**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. Águas de Lindóia, SP, Anais... Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 2382-

2389. 1 CD-ROM.

MAY, A. *et al.* **Cultivo de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013.36p. (Circular Técnica, 186).

MAY, A. et al. Manejo e tratos culturais. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p.22-31.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo. Nobel, 7. Ed, 1983.

MOURA, M. V. T. de BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A. *et al.* **Determinação do consumo de água na cultura da cenoura (*Daucus corota* L.)**. Revista Engenharia Rural Piracicaba, v.4, p. 89-101,1993. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/sa/v51n2/14.pdf>>. Acesso em 14 de out. 2015.

MURRAY, S. C.; SHARM, A.; ROONEY, W. L.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E., MITCHELL, S. E. ; KRESOVICH, S. **Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates**. Crop Science, Madison, v. 48, p. 2165-2179, 2008. Disponível em:< <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/48/6/2165>>. Acesso em 14 de out.2015.

NASCIMENTO, E. F. do; CAMPECHE, L. F. S. M.; BASSOI, L. H.; SILVA, J. A.; **Construção e Calibração de Lisímetros de Pesagem Para Determinação da Evapotranspiração e Coeficiente de Cultivo em Videira de Vinho CV. Syrah**. Petrolina – PE. Revista Irriga, Botucatu - SP. v. 16, n.3, p.271-287. jul./set., 2011. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/916849/1/Bassoi2.pdf>>. Acesso em 14 de out.2015.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. S.; FILHO, O. R. **Características agrônômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.35, n.1, p.45-53, 2005.

PAULA J. A. A; MEDEIROS JF; MIRANDA NO; OLIVEIRA FA; LIMA CJGS. 2011. **Metodologia para determinação das necessidades nutricionais de melão e melancia**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.9, p.911-916, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n9/06.pdf>> Acesso em 14 de out.2015.

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R. PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. dos S.; TARDINE, F. D.; SCHAFFERT, R. E; R. E. **Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Diferentes Ambientes Visando a**

**Produção de etanol.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 28., 2010, Goiânia. Anais... Goiânia. ABMS, 2010. 1 CD –ROM.

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

< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782013001000007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013001000007)>. Acesso em 14 de out.2015.

PEREIRA, A. R., MACHADO, E. E. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais.** Campinas. Instituto Agrônomo, (Boletim Técnico, 114), 33p, 1987.

PIETER, M. X.; CARLESSO, R. **Comportamento do sorgo granífero em função de diferentes frações da água disponível no solo.** *Ciência Rural*. Santa Maria, v.26, n.1, p.51-55, 1996. Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0103-84781996000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84781996000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt) >. Acesso em 14 de out.2015.

RATNAVATHI, C. V.; SURESH, K.; VIJAYKUMAR, B. S.; PALLAVI, M.; KOMALA, V.V.; SEETHARAMA, N. **Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice.** *Biomass Bioenergy*, v.34, n. 7, p.947-952, Jul. 2010. Disponível em:

< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953410000577>>. Acesso em 14 out.2015.

REZENDE, G.M.; PIRES, D. A. A.; BOTELHO, P. R. F.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; JAYME, D. G.; REIS, S. T.; PIMENTEL, L. R.; LIMA, L. O. B.; KANEMOTO, E. R.; MOREIRA, P. R. **Características agronômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.10, n.2, p.171-179, 2011.

REDDY, B. V. S.; ASHOK KUMAR, A. RAVINDER REDDY, S.; PATIL, J. V. **Developing a Sweet Sorghum Ethanol Value Chain. Documentation.** In: INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE ARID TROPICS, Patancheru, Andhra Pradesh, India. 2013. Disponível em:< <http://oar.icrisat.org/6769/> >. Acesso em 14 out.2015.

RIBAS, P. M. **Sorgo: introdução e importância econômica.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.16 p. Embrapa Milho e Sorgo. (Documentos, 26).

RIBAS, P. M. **Cultivo do Sorgo: introdução e importância econômica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007.** Embrapa Milho e Sorgo. (Sistemas de Produção, 2), 3ª edição. Set. 2007. Disponível em:

<[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_3\\_ed/importancia.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_3_ed/importancia.htm)> Acesso em: 14 Dez. 2016.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análise estatística no SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

ROSENTHAL, W. D.; ARKIN, G.F., SHOUSE, P.J.; *et al.* **Water deficit effects on transpiration and leaf growth**. *Agronomy Journal*, Madison, v. 79, p. 1019-1026, 1987.

SCHEUERMANN, G. N.; *et al.* **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte: Instrução Técnica para o Avicultor área de Comunicação Empresarial Embrapa**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 3p. (Série: comunicado técnico).

SANTOS, F. G. Cultivo do Sorgo. In: Rodrigues J. A. S, Versiani, R.P; Ferreira MTR (Eds.). **Sistemas de Produção**. EMBRAPA: CNPMS, 2006.

Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 14 out. 2015.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. **Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas**. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; SILVA, FERREIRA, A. S. **BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 6p. (Comunicado Técnico, 145).

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; SILVA, F. G. da; LEITE, M. L. de M. V.; JARDIM, A. M. da R. F.; CARVALHO, E. X. de. **Avaliação de diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidos a quatro cortes sucessivos no semiárido alagoano em Piranhas - AL**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,31., 2016, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves, 2016.

SILVA, J. N. da; SILVA, J. L. de S.; SOUZA, L. C. de. ; SIQUEIRA, J. A. M.; NEVES, M. G.; OLIVEIRA, L. M. de. ; COELHO C.C. R.; CONCEIÇÃO, A. G. C. da; NETO, C. F. de O. **Biométrie em Plantas de Sorgo Submetidas à Deficiência Hídrica e a Diferentes Concentrações de Silício**. Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Capitão Poço - AM. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012. Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: CNMS, 2012. p.275-281. 1 CD -ROM.

STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W. **Leaf area determination in grain sorghum**. *Agronomy journal*, Madison, v. 53, p. 187-188. 1961.

TANAKA, A. A. **Desenvolvimento de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de**

**lençol freático.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, J. M. P.; SILVA, F. G.; SILVA FILHO, J. G.; BRITO, A. R. M. B.; RODRIGUES, J. A. S. **O Sorgo Sacarino no Semiárido Brasileiro: Elevada Produção de Biomassa e Rendimento de Caldo.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia, Anais... Goiânia, ABMS, 2010.1 CD - ROM.

TARDIN, F. D.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do Sorgo** (Sistemas de Produção, 2) .Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 4<sup>a</sup> edição, p.3Set./2008. Disponível em:

< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/491912/cultivares> > Acesso em 14 de out. 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** SANTARÉM, E. R., et al (Trad.). 3<sup>a</sup> edição., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOMAZ, H. V. de Q. MEDEIROS, J. F. de LIRA, R. B. de; COSTA, João P. N. da; BRITO R. F. de; FARIAS C. H. de A. **Produção de variedades de sorgo em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio.** In: INOVAGRI (International Meeting), 3., 2015. Fortaleza - CE. Disponível em:< <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/simposios/1191-iii-inovagri-2015/dia-02-09-2015/12715-producao-de-variedades-de-sorgo-em-funcao-de-laminas-de-irrigacao-e-densidade-de-plantio.html> >.Acesso em 14 de out.2015.

ZAGO, C. P. *et al.* Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: **Manejo Cultural do Sorgo para forragem.** Sete Lagoas, MG: Embrapa-CNPMS. 1997. 62p. (Circular Técnica, 17).

## APÊNDICE

Os dados foram obtidos através de cálculos, onde foi estabelecida a (Z efetiva da raiz) em  $Z_{\text{efetiva}} = 500$  (mm), a fração de molhamento médio foi estabelecida em  $0,48$  ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ ), utilizou um fator de ajuste de 50% para o calculo do hl, Sendo o hl o limite máximo de água no solo retida:

Calculo:

$$hl = Z_{\text{ef.}} \cdot \theta_{\text{cc}} - \theta_{\text{pmp}} \cdot F_{\text{ajuste}} \cdot FM_{\text{médio}} = 19,00 \text{ mm} \quad (\text{I})$$

Para o calculo de infiltração utilizou essa formula:

$$Inf = pre - 3 \cdot FM_{\text{médio}} > 0 \quad (\text{II})$$

Para precipitação efetiva foi determinada a formula:

$$P_{\text{efetiva}} = \text{se} (INF > hl; hl; INF) \text{ no Excel.} \quad (\text{III})$$

$$P_{\text{efetiva. Acumulada}} = \text{se} ((P_{\text{ef.}} \cdot i + P_{\text{ef.}} \cdot i - 1) > hl; hl \cdot (P_{\text{ef.}} \cdot i + P_{\text{ef.}} \cdot i - 1)) \quad (\text{IV})$$

Calculo da Irrigação real, formula:

$$Irr. \text{ Real} = \text{se} (ETc > P_{\text{efetiva, acumulada}}; (ETc - P_{\text{efetiva acumulada}}); 0) \quad (\text{VI})$$

Calculo da precipitação efetiva ajustada é:

$$P_{\text{efetiva. ajustada}} = \text{se} (Irr. \text{ real} = 0; (P_{\text{efetiva acumulada}} - ETc); 0) \quad (\text{VII})$$

Calculo da lamina irrigada aplicada:

Lam. irr. aplicada = se (P. efetiva ajustada = 0; Irr.real; 0) (VIII)

Idade (dias)	Estágio da Cultura	ETo (mm/dia)	Kc da Cultura	ETc (mm/dia)	Precipitação (mm/dia)	Infiltração Corrigida (mm/dia)	Precipitação Efetiva (mm/dia)	Prec. Efetiva Acum. Inic. do dia (mm/dia)	Irrigação Real (mm/dia)	Prec. Efetiva. Acum. Final do dia	Prec. Efetiva Ajustada	Lâmina de Irrigação Real	Lâmina Aplicada (mm)
1	I	3,89	0,54	2,1	5,84	1,36	1,36	1,36	0,81	0,0	0,0	0,81	3
2	I	2,72	0,54	1,5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,0	0,0	1,70	0
3	I	4,71	0,54	2,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39	0,0	0,0	2,39	2
4	I	4,57	0,54	2,5	1,78	0,00	0,00	0,00	2,35	0,0	0,0	2,35	0
5	I	5,55	0,53	2,9	3,30	0,14	0,14	0,14	2,48	0,0	0,0	2,48	5
6	I	6,79	0,53	3,6	0,00	0,00	0,00	0,00	3,27	0,0	0,0	3,27	0
7	I	5,96	0,51	3,1	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	0,0	0,0	3,06	6
8	I	6,08	0,51	3,1	0,00	0,00	0,00	0,00	3,22	0,0	0,0	3,22	0
9	I	4,06	0,54	1,4	4,06	0,51	0,51	0,51	1,18	0,0	0,0	1,18	5
10	I	2,63	0,54	2,9	27,18	11,54	11,54	11,54	0,00	8,4	8,4	0,00	0
11	I	5,36	0,54	2,3	0,00	0,00	0,00	8,38	0,00	6,0	6,0	0,00	0
12	I	4,29	0,54	3,1	2,54	0,00	0,00	6,02	0,00	2,8	2,8	0,00	0
13	I	5,78	0,53	2,6	0,25	0,00	0,00	2,84	0,00	0,2	0,2	0,00	0
14	I	4,99	0,53	2,9	0,00	0,00	0,00	0,16	2,67	0,0	0,0	2,67	0
15	I	5,48	0,51	2,0	1,52	0,00	0,00	0,00	2,12	0,0	0,0	2,12	4
16	II	3,82	0,51	1,9	1,52	0,00	0,00	0,00	2,11	0,0	0,0	2,11	0

17	II	3,72	0,52	3,1	4,06	0,51	0,51	0,51	2,28	0,0	0,0	2,28	5
18	II	5,91	0,52	3,3	0,51	0,00	0,00	0,00	2,93	0,0	0,0	2,93	0
19	II	6,43	0,51	2,9	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61	0,0	0,0	2,61	5
20	II	5,65	0,51	3,2	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	0,0	0,0	2,63	0
21	II	6,19	0,52	3,9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,26	0,0	0,0	3,26	6
22	II	7,61	0,50	3,1	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54	0,0	0,0	2,54	0
23	II	6,12	0,51	3,1	42,93	19,05	19,05	19,05	0,00	15,9	15,9	0,00	0
24	II	6,06	0,54	3,7	0,00	0,00	0,00	15,93	0,00	12,7	12,7	0,00	0
25	II	6,88	0,55	3,2	0,00	0,00	0,00	12,71	0,00	9,9	9,9	0,00	0
26	II	5,73	0,57	3,7	0,00	0,00	0,00	9,91	0,00	6,4	6,4	0,00	0
27	II	6,42	0,59	3,0	0,00	0,00	0,00	6,39	0,00	3,3	3,3	0,00	0
28	II	5,17	0,57	1,4	16,26	6,33	6,33	9,58	0,00	7,8	7,8	0,00	0
29	II	2,56	0,59	1,8	27,94	11,90	11,90	19,09	0,00	16,9	16,9	0,00	0
30	II	3,11	0,61	2,6	35,56	15,54	15,54	19,09	0,00	16,0	16,0	0,00	0
31	II	4,17	0,62	1,9	31,75	13,72	13,72	19,09	0,00	16,7	16,7	0,00	0
32	II	3,09	0,65	2,8	14,22	5,35	5,35	19,09	0,00	15,7	15,7	0,00	0
33	II	4,38	0,69	3,5	0,00	0,00	0,00	15,66	0,00	11,4	11,4	0,00	0
34	II	5,09	0,73	3,7	0,00	0,00	0,00	11,39	0,00	7,2	7,2	0,00	0
35	II	5,10	0,77	4,2	0,00	0,00	0,00	7,22	0,00	2,5	2,5	0,00	0
36	II	5,47	0,76	2,7	0,00	0,00	0,00	2,51	0,85	0,0	0,0	0,85	3
37	II	3,58	0,81	3,7	1,78	0,00	0,00	0,00	4,46	0,0	0,0	4,46	5
38	II	4,58	0,87	4,1	0,25	0,00	0,00	0,00	4,94	0,0	0,0	4,94	5
39	II	4,77	0,90	4,2	0,25	0,00	0,00	0,00	4,80	0,0	0,0	4,80	5
40	II	4,70	0,93	4,8	0,00	0,00	0,00	0,00	5,19	0,0	0,0	5,19	5
41	III	5,19	0,96	4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	0,0	0,0	4,73	5
42	III	4,71	1,00	5,6	0,00	0,00	0,00	0,00	6,05	0,0	0,0	6,05	6

43	III	5,56	1,04	5,1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,36	0,0	0,0	5,36	6
44	III	4,90	1,05	5,3	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	0,0	0,0	5,76	6
45	III	5,07	1,04	5,1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,73	0,0	0,0	5,73	6
46	III	4,90	1,00	3,0	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	0,0	0,0	3,68	4
47	III	3,01	1,02	3,9	17,53	6,93	6,93	6,93	0,00	2,4	2,4	0,00	0
48	III	3,82	1,04	4,9	13,97	5,23	5,23	7,66	0,00	1,9	1,9	0,00	0
49	III	4,68	1,02	3,9	0,25	0,00	0,00	1,91	2,80	0,0	0,0	2,80	3
50	III	3,83	1,05	5,3	17,02	6,69	6,69	6,69	0,00	0,8	0,8	0,00	0
51	III	5,02	1,04	4,1	0,00	0,00	0,00	0,76	3,89	0,0	0,0	3,89	4
52	III	4,01	1,05	5,3	0,00	0,00	0,00	0,00	5,74	0,0	0,0	5,74	6
53	III	5,01	1,06	5,8	0,00	0,00	0,00	0,00	6,20	0,0	0,0	6,20	7
54	III	5,46	1,07	6,1	0,00	0,00	0,00	0,00	6,39	0,0	0,0	6,39	7
55	III	5,70	1,06	5,1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,21	0,0	0,0	5,21	5
56	III	4,82	1,09	6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	0,0	0,0	6,10	6
57	III	5,82	1,11	6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	5,81	0,0	0,0	5,81	6
58	III	5,67	1,05	4,8	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	0,0	0,0	5,25	5
59	III	4,62	1,10	6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	5,95	0,0	0,0	5,95	6
60	III	5,68	1,06	4,7	0,00	0,00	0,00	0,00	4,66	0,0	0,0	4,66	5
61	III	4,41	1,04	3,1	0,25	0,00	0,00	0,00	3,28	0,0	0,0	3,28	3
62	III	3,03	1,07	4,9	4,06	0,51	0,51	0,51	4,44	0,0	0,0	4,44	4
63	III	4,56	1,04	4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75	0,0	0,0	4,75	5
64	III	4,35	1,11	6,6	0,25	0,00	0,00	0,00	5,72	0,0	0,0	5,72	6
65	III	5,95	1,12	6,4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,36	0,0	0,0	5,36	6
66	III	5,73	1,13	7,2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,96	0,0	0,0	5,96	6
67	III	6,39	1,11	6,2	0,00	0,00	0,00	0,00	4,88	0,0	0,0	4,88	5
68	III	5,53	1,11	6,7	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	0,0	0,0	5,87	6

69	III	5,99	1,10	5,7	0,00	0,00	0,00	0,00	5,08	0,0	0,0	5,08	5
70	III	5,15	1,07	4,8	0,00	0,00	0,00	0,00	4,62	0,0	0,0	4,62	5
71	III	4,50	1,06	4,6	25,65	10,81	10,81	10,81	0,00	6,0	6,0	0,00	0
72	III	4,32	1,01	3,4	1,02	0,00	0,00	6,04	0,00	2,2	2,2	0,00	0
73	III	3,38	1,07	5,7	2,03	0,00	0,00	2,17	3,63	0,0	0,0	3,63	4
74	III	5,26	1,09	5,7	0,00	0,00	0,00	0,00	5,75	0,0	0,0	5,75	6
75	III	5,17	1,09	6,2	0,00	0,00	0,00	0,00	5,67	0,0	0,0	5,67	6
76	IV	5,66	1,05	3,9	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	0,0	0,0	3,90	4
77	IV	3,70	1,11	6,3	24,64	10,33	10,33	10,33	0,00	4,7	4,7	0,00	0
78	IV	5,67	1,11	6,5	0,00	0,00	0,00	4,71	1,15	0,0	0,0	1,15	1
79	IV	5,90	1,08	5,4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,04	0,0	0,0	5,04	4
80	IV	4,99	1,08	5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	5,42	0,0	0,0	5,42	5
81	IV	5,06	1,14	6,8	0,00	0,00	0,00	0,00	5,60	0,0	0,0	5,60	6
82	IV	5,97	1,14	7,4	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	0,0	0,0	5,50	5
83	IV	6,49	1,11	6,9	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70	0,0	0,0	5,70	6
84	IV	6,27	1,11	6,6	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	0,0	0,0	5,40	6
85	IV	5,97	1,09	6,6	0,00	0,00	0,00	0,00	5,31	0,0	0,0	5,31	5
86	IV	6,02	1,12	7,6	0,00	0,00	0,00	0,00	5,79	0,0	0,0	5,79	6
87	IV	6,75	1,08	6,2	0,00	0,00	0,00	0,00	4,91	0,0	0,0	4,91	5
88	IV	5,75	1,05	5,2	0,00	0,00	0,00	0,00	4,53	0,0	0,0	4,53	5
89	IV	4,96	1,05	6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	5,23	0,0	0,0	5,23	5
90	IV	6,02	1,07	6,8	0,00	0,00	0,00	0,00	5,18	0,0	0,0	5,18	5

---