



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

RAYANNE MARIA PAULA RIBEIRO

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES DE
GERGELIM**

MOSSORÓ

2016

RAYANNE MARIA PAULA RIBEIRO

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES DE
GERGELIM**

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.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior.

Coorientadores: Profa. Dra. Lindomar Maria da Silveira, Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro.

MOSSORÓ

2016

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(sua) respectivo(a) autor(a) seja devidamente citado(a) e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R484c Ribeiro, Rayanne Maria Paula.
Crescimento e acúmulo de nutrientes em
cultivares de gergelim / Rayanne Maria Paula
Ribeiro. - 2016.
84 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.
Coorientadora: Lindomar Maria da Silveira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2016.

1. Sesamum indicum L. 2. Épocas de coleta. 3.
Parâmetros fisiológicos. 4. Macronutrientes. I.
Barros Júnior, Aurélio Paes, orient. II. Silveira,
Lindomar Maria da, co-orient. III. Título.

RAYANNE MARIA PAULA RIBEIRO

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES DE
GERGELIM**

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.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Aprovada em: 26/02/2016.

BANCA EXAMINADORA



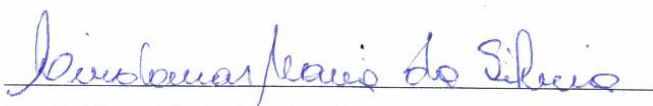
Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior (UFERSA)

Presidente



Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro (UFERSA)

Membro Examinador Interno



Profª. Dra. Lindomar Maria da Silveira (UFERSA)

Membro Examinador Externo

Aos meus pais, Beta e Ribeiro, pelo amor incondicional, confiança e pelo apoio em todas as minhas conquistas,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas a mim concedidas; sem Ele, nada seria possível;

Aos meus pais, Beta e Ribeiro, que foram essenciais para a minha formação como pessoa e profissional, por nunca medirem esforços para apoiar-me e ajudar-me; sempre os terei como exemplo;

A minha irmã, Ravênia, e a Heleneide (irmã de coração), pelo apoio, amizade e por estarem sempre presentes. A minha irmã, Ranieire, e meu cunhado, Maxkson, por serem meu suporte e cuidarem sempre de mim;

À UFERSA, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia;

À CAPES, pela concessão da bolsa;

Ao meu orientador, professor Aurélio Paes Barros Júnior, pelos ensinamentos, paciência e pelas responsabilidades impostas a mim, as quais me ajudaram no desenvolvimento profissional. Obrigada por tudo;

Aos coorientadores, professores Leilson Costa Grangeiro e Lindomar Maria da Silveira, pelas contribuições para a melhoria do trabalho;

À professora Jailma Suerda Silva de Lima, pela ajuda na estatística;

As minhas amigas, Mayara e Whenia, pelo apoio nos momentos bons e ruins, além disso, nas chatices também;

A Isabel e Valdir, que, no último ano, tornaram-se pessoas especiais. Tenho um carinho enorme e sei que posso contar sempre;

Ao grupo GEPPARG, por todo apoio na condução dos experimentos; sem vocês certamente não teria sido possível, nas dificuldades e atritos, conseguirmos vencer. A Elane, Carla, Gerffeson, Leonardo, Giordanio, Luiz Aurélio, Hugo, Bruno, Victor, Rafael, Almir,

Ricardo, Manoel e Allysson, muito obrigada por tudo. Um agradecimento especial a Ênio e a Valdívia, os quais foram essenciais na montagem e condução inicial;

Aos funcionários da Horta, Sr. Antônio, Raimundo, Alderí, Nanan e Josimar, pela ajuda na condução do trabalho em campo.

Antes que você possa alcançar o topo de uma árvore e entender os brotos e as flores, você terá de ir fundo nas raízes, porque o segredo está lá. E, quanto mais fundo vão as raízes, mais alto vai a árvore.

Nietzsche

RESUMO

RIBEIRO, Rayanne Maria Paula. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em cultivares de gergelim**. 2016. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) ó Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

O gergelim é considerado a oleaginosa mais antiga em utilização pela humanidade. É uma cultura de elevada complexidade morfofisiológica, com grande variabilidade no hábito de crescimento. O conhecimento sobre os fatores envolvidos no crescimento e nutrição de plantas permite aos produtores o planejamento adequado da cultura, contribuindo para uma maior eficiência na utilização da área de produção visando à maior produtividade, tornando-se o estudo do crescimento e acúmulo de nutrientes no gergelim fundamental, porém ainda são escassos os estudos na região Nordeste com a cultura. O objetivo da pesquisa foi avaliar o crescimento e o acúmulo de nutrientes em cultivares de gergelim durante seu desenvolvimento. Dois experimentos foram conduzidos na Horta Didática da UFERSA em Mossoró-RN, no período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 e de abril a julho de 2015. O delineamento experimental em cada experimento foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, onde as parcelas foram representadas pelas cultivares de gergelim: CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 e as subparcelas consistiram das épocas de coletas, sendo a primeira realizada 21 dias após a semeadura e as seguintes em intervalos de 14 dias (35, 49, 63, 77, 91 e 105 DAS). As características de análise de crescimento avaliadas foram: altura média de plantas, diâmetro caulinar, área foliar, acúmulo de massa seca nas folhas, caule, frutos e planta, índice de área foliar, duração da área foliar, razão da área foliar, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento de cultivo, peso de mil sementes, número de frutos por planta e rendimento de grãos. Com relação às análises químicas de acúmulo foram: nitrogênio, fósforo e potássio. A homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis, exceto para massa seca da folha, possibilitando a realização de uma análise conjunta dos experimentos. Independentes da época de cultivo, as plantas de gergelim apresentaram crescimento lento até os 35 DAS, sendo que para a época I o crescimento intensificou-se até 91 DAS e para a época II até 77 DAS, onde a cultivar CNPA G4 mostrou resposta superior em relação às cultivares estudadas nas duas épocas de cultivo. O acúmulo total de nutrientes ao final do ciclo obedeceu a ordem decrescente de $N > K > P$ nas duas épocas de cultivo, onde período de maior demanda de nutrientes ocorreu entre 77 e 105 DAS. Em relação as cultivares, a CNPA G3 obteve maiores acúmulos na época I, enquanto que a CNPA G4 na época II.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L. Épocas de coleta. Parâmetros fisiológicos. Macronutrientes.

ABSTRACT

RIBEIRO, Rayanne Maria Paula. **Growth and accumulation of nutrients in sesame cultivars**. 2016. 84f. Dissertation (Master in Plant Science) ó Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

Sesame is considered the oldest oilseed in use by mankind. It is a culture of high complexity Morphophysiological with great variability in growth habit. Knowledge about factors involved in the growth and nutrition of plants allows producers proper planning of culture, contributing to a more efficient use of production area aiming to increase productivity becoming the study of the growth and accumulation of nutrients in the ground sesame seeds, but they are still few studies in the Northeast with culture. The purpose of the research was to evaluate the growth and accumulation of nutrients in sesame cultivars during their development. Two experiments were performed in Horta Didactics at UFERSA Mossoro-RN, from November 2014 to February 2015 and from April to July 2015. The experimental delineation in each experiment was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in a split plot where each experimental plot was represented by sesame cultivars: CNPA G2, CNPA G3 and CNPA G4 and the subplots consisted of the collection times, the first being conducted 21 days after sowing and the following at intervals of 14 days (35, 49, 63, 77, 91 and 105 DAS). The growth analysis characteristics evaluated were: plant height, stem diameter, leaf area, dry matter accumulation in leaves, stems, fruits and plant, leaf area index, duration of leaf area, leaf area ratio, rate absolute growth, growth rate cultivation, thousand seed weight, number of fruits per plant and grain yield. In relation to the accumulation of chemical analysis were: nitrogen, phosphorus and potassium. The homogeneity of the variances was made for all variables, except for dry weight of the leaf, making it possible to carry out a joint analysis of the experiments. Independent of the cultivation period, sesame plants presented slow growth until 35 DAS, and for the time I growth intensified up to 91 DAS and for the time II until 77 DAS, where the CNPA G4 revealed higher response regarding the cultivars in two harvest time. The total accumulation of nutrients to the cycle of the final followed the decreasing order of N> K> P in the two growing seasons, where period of increased demand for nutrients occurred between 77 and 105 DAS. In relation to the cultivars, the CNPA G3 had higher accumulations at the time I, while the CNPA G4 at the time II.

Keywords: *Sesamum indicum* L. Harvest times. Physiological parameters. Macronutrients.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 -	Valores médios de temperaturas (°C) instantâneas, máximas e mínimas do ar, fotoperíodo (h), radiação global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) em cada época de cultivo de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFERSA.....	29
Figura 2 -	Altura de plantas em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	34
Figura 3 -	Diâmetro do caule em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	35
Figura 4 -	Área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	37
Figura 5 -	Massa seca da planta (1), caule (2) e frutos (3) em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	39
Figura 6 -	Massa seca de folha em relação ao desdobramento das épocas de coletas dentro das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	40
Figura 7 -	Índice de área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	41
Figura 8 -	Duração de área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	42
Figura 9 -	Razão de área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	43
Figura 10 -	Taxa de crescimento absoluto em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	44
Figura 11 -	Taxa de crescimento de cultivo em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	45

CAPÍTULO II

Figura 1 - Valores médios de temperaturas (°C) instantâneas, máxima e mínima do ar, fotoperíodo (h), radiação global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) em cada época de cultivo de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFERSA.....	55
Figura 2 - Acúmulo de nitrogênio em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.	61
Figura 3 - Acúmulo de fósforo na planta em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.	63
Figura 4 - Acúmulo de fósforo da parte vegetativa (A) e nos frutos (B) em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I. Mossoró, UFERSA, 2016.	64
Figura 5 - Acúmulo de fósforo da parte vegetativa (A) e nos frutos (B) em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época II. Mossoró, UFERSA, 2016.....	65
Figura 6 - Acúmulo de potássio em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.....	67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Análises químicas do solo da área experimental. Mossoró, UFERSA, 2016.....	30
Tabela 2 - Valores do teste de média para peso de mil sementes, número de frutos por planta e rendimento de grãos das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.....	46

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Análises químicas do solo da área experimental. Mossoró, UFERSA, 2016.....	56
Tabela 2 - Valores do teste de média para o acúmulo de nitrogênio e potássio no final do ciclo em kg ha ⁻¹ das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.....	68
Tabela 3 - Valores do teste de média para o acúmulo de fósforo no final do ciclo em kg ha ⁻¹ das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A CULTURA DO GERGELIM	16
2.3 ANÁLISE DE CRESCIMENTO	17
2.4 ACÚMULO DE NUTRIENTES	20
REFERÊNCIAS	22

CAPÍTULO I - CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE GERGELIM EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO	26
ABSTRACT	27
1 INTRODUÇÃO	28
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL	29
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	30
2.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	30
2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	31
2.4.1 Altura média de plantas (A) e diâmetro caulinar (D)	31
2.4.2 Área foliar (AF)	31
2.4.3 Massa seca de folha (MSF), caule (MSC), fruto (MSFR) e da planta (MSP)	31
2.4.4 Índice de área foliar (IAF)	31
2.4.5 Duração da área foliar (DAF)	32
2.4.6 Razão da área foliar (RAF)	32
2.4.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA)	32
2.4.8 Taxa de crescimento de cultivo (TCC)	32
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48

CAPÍTULO II - ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES DE GERGELIM EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO	51
ABSTRACT	52
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	55
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	56
2.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	56
2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	57
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE	74

1 INTRODUÇÃO GERAL

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma espécie pertencente à família das pedaliáceas, originária da África, podendo ser considerada uma das oleaginosas cultivadas mais antigas no mundo, com registro anterior a 4.300 a. C., nos países como Irã, Egito, Índia e China (ARRIEL et al., 2007). Adaptada a diversas condições de clima, fácil cultivo e tolerante à seca, é cultivada em mais de 71 países, especialmente da África e Ásia (BELTRÃO et al., 2008; BARROS; SANTOS, 2002). A produção mundial em 2013 foi estimada em 4.847.921 toneladas, sendo os principais países produtores o Myanmar, Índia e China. O Brasil é considerado pequeno produtor, com 7 mil toneladas produzidas em 2013 (FAO, 2015).

No Nordeste do Brasil, predomina o cultivo em nível de subsistência, porém é considerada como uma alternativa de grande importância econômica e social devido as suas características de exploração, além de gerar renda e trabalho a pequenos e médios produtores. As tentativas de exploração econômica na região não foram bem sucedidas, devido à falta de uma política permanente de preços para o produto, sendo praticada por pequenos produtores, os quais utilizam tecnologias tradicionais, como semeadura, tratos culturais e colheita, realizados de forma manual. Porém, a demanda pelo produto tem aumentado e alcança preços compensadores no mercado nacional e internacional, devido ao crescimento no interesse do produto para diversas utilizações, como o aumento de produtos industrializáveis para consumo (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Estudos têm sido desenvolvidos a fim de melhorar o manejo da cultura do gergelim, porém eles ainda são escassos, na região Nordeste, em termos de crescimento da cultura. A análise do crescimento consiste em um método para estudar as bases fisiológicas da produção das plantas em cada intervalo de tempo dentro do ciclo, permitindo avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. Podem-se estimar, com precisão, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes (PEIXOTO et al., 2012).

Este método de avaliação do crescimento de plantas está diretamente ligado com o acúmulo de massa seca pelas plantas, sendo que 90% são resultantes da atividade fotossintética e o restante da absorção dos nutrientes minerais do solo, sendo os nutrientes minerais indispensáveis para completar o ciclo do vegetal (OLIVEIRA et al., 2002).

O estudo do acúmulo de nutrientes durante o ciclo da cultura é uma das principais ferramentas para um bom planejamento da adubação, e pode-se quantificar o necessário para

nutrir as plantas sem prejuízos. Para a realização de uma adubação equilibrada em qualquer cultura, é importante conhecer a quantidade total de nutrientes extraídos, exportados e quanto retorna ao solo através dos restos culturais (EMBRAPA, 2003). Com isso, a nutrição da cultura do gergelim tem sido um dos fatores mais estudados, porém apresentam resultados diferenciados dependendo do local, épocas de cultivo e cultivares, mostrando-se, assim, a importância de estudos nos diferentes locais onde se cultivam o gergelim. No entanto, estudos que demonstrem a necessidade de nutrientes da cultura são escassos na literatura (ÁVILA; GRATEROL, 2005).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e o acúmulo de nutrientes de cultivares de gergelim em duas épocas de cultivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DO GERGELIM

A introdução da cultura do gergelim no Brasil ocorreu pelos portugueses, através das colônias indianas, no século XVI (WEISS, 1983). O seu cultivo se baseia em pequenas áreas com baixo nível tecnológico, obtendo-se, assim, menor rendimento médio por unidade de área cultivada. O consumo do gergelim aumentou devido às instalações das redes *fast-food* no país, na década de 80, passando a ser utilizado na indústria alimentar, além da indústria de cosméticos, farmacologia e de combustíveis (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

A exploração comercial do gergelim no Nordeste teve início em 1986, devido à diminuição do cultivo do algodão e à busca de outras opções de cultivo para melhorar o padrão nutricional e renda dos produtores nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (BELTRÃO et al., 1994). O Nordeste brasileiro, principalmente nas áreas semiáridas, possui condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo do gergelim, além de ser considerada uma cultura potencial no Programa Brasileiro de Biodiesel (ARRIEL et al., 2006; BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

A adaptabilidade do gergelim foi um dos principais motivos que gerou interesse dos pesquisadores em estudá-la, buscando melhorias para o seu cultivo em diferentes regiões. As características que se buscam no melhoramento da cultura é a obtenção de cultivares que possuam elevada capacidade produtiva, precocidade, alto teor de óleo, deiscência adequada para colheita mecanizada e resistência às principais doenças e pragas (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Além dessas características, a obtenção de cultivares adaptadas às condições das regiões produtoras se torna uma das técnicas mais eficientes para consolidação de uma cultura (ARRIEL; DANTAS, 2000).

As cultivares podem diferenciar-se por vários atributos, como altura, ciclo, coloração do caule, das folhas e das sementes, tipo de ramificação e resistência a pragas e doenças. Botanicamente, dependendo da variedade, o gergelim é classificado como anual ou perene, com altura variando de 0,5 a 3 m, caule ereto com ou sem ramificações, com ou sem pelos e de seção quadrangular ou cilíndrica, com razoável nível de heterofilia, folhas pecioladas, pubescentes, flores completas e axilares, gamopétalas e zigomorfas, com fruto tipo cápsula e deiscência loculicida (BELTRÃO et al., 1994). As cultivares que possuem sementes de coloração branca e amarelo-claro são as que têm maior valor comercial, sendo que as de sementes escuras têm demanda muito restrita para o uso caseiro e medicinal (SILVA, 2012).

O principal produto da cultura é a semente, possuindo 17 a 32% de proteínas sobre matéria seca e teor de óleo variando de 41 a 65%, considerado um óleo nobre (ARRIEL; CARDOSO, 2011). Devido ao alto valor comercial das sementes e do óleo, e a possibilidade de exportação de sementes e derivados, além de um mercado nacional crescente, utilizando-os em vários produtos e adaptabilidade da cultura às condições edafoclimáticas, o gergelim desponta como opção de cultivo em relação às grandes culturas (AMABILE et al., 2001; BELTRÃO; VIEIRA, 2001; QUEIROGA et al., 2008).

A partir das pesquisas realizadas pela Embrapa Algodão através do melhoramento genético, principalmente nos estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, foram lançadas as primeiras cultivares adaptadas à região Nordeste, sendo a cultivar Seridó 1 a primeira a ser lançada, seguida pelas cultivares CNPA G2, CNPA G3, CNPA G4, e a mais recente, a BRS Seda (BELTRÃO et al., 2013).

A cultivar CNPA G2 possui porte mediano, com altura em média de até 1,60 m, ciclo médio em torno de 100 dias e hábito de crescimento ramificado. Possui três frutos por axila foliar e semente de coloração creme; apresenta tolerância à mancha-angular e susceptibilidade à cercosporiose. Essa cultivar é recomendada para o plantio de sequeiro e irrigada em todos os estados do Nordeste, em virtude da sua alta estabilidade produtiva (ARRIEL et al., 2007).

A cultivar CNPA G3 apresenta porte médio de até 1,60 m de altura, ciclo de 90 a 100 dias, hábito de crescimento ramificado, com floração e maturação uniformes. Possui um fruto por axila e semente de coloração creme, além de ser resistente à mancha-angular e susceptibilidade à cercosporiose e à macrophomina. É recomendada para a região semiárida nordestina, devido à mancha-angular ser a principal doença da cultura (ARRIEL et al., 2007).

A cultivar CNPA G4 tem porte mediano com até 1,55 m de altura, ciclo de 90 dias, hábito de crescimento ramificado, floração e maturação uniformes. Possui um fruto por axila e sementes de cor creme. Outra característica é o teor de óleo que varia de 48 a 50%. Cultura tolerante à murcha-de-macrophomina, à mancha-angular e à cercosporiose, sendo recomendada para o cultivo na região Nordeste e no Cerrado de Goiás (ARRIEL et al., 2007).

2.3 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

O termo análise de crescimento refere-se a um conjunto de métodos quantitativos que descrevem e interpretam o desempenho de uma planta, desenvolvendo-se em condições naturais ou controladas, dando uma aproximação explicativa, holística e integral para interpretar as formas e funções da planta (HUNT, 2003). O conhecimento sobre os fatores

envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas permite aos produtores o planejamento adequado para cada cultura, contribuindo para uma maior eficiência na utilização da área de produção visando à maior produtividade (PEDÓ et al., 2014).

A avaliação do crescimento descreve as mudanças na produção das plantas em função do tempo. Dessa forma, as culturas podem ser avaliadas em intervalos de tempos iguais entre si, de modo que, sejam tomados valores que representem a população em estudo, podendo ser realizada pelo menos seis a sete medidas de cada valor primário em um grupo de plantas, por unidade experimental (SILVA et al., 2000; URCHEI et al., 2000). É uma técnica que busca conhecimento da produção das espécies vegetais, sendo de baixo custo, precisa e baseia-se na obtenção de dados como massa seca e área foliar, resultando na quantidade de biomassa acumulada durante o desenvolvimento nos seus diferentes órgãos (GUIMARÃES et al., 2002). De forma geral, na tendência de crescimento das plantas, ocorre primeiro o crescimento vegetativo, seguindo-se da fase reprodutiva e, por fim, da senescência (CHIRINOS-TORRES et al., 1999).

O crescimento de uma planta pode ser medido de diferentes maneiras, podendo ser: dimensões lineares (altura, diâmetro do caule, etc.); número de unidades estruturais (contagem de folhas, ramos, frutos, etc.); medidas de superfície (área foliar, massa da matéria seca de discos foliares, fotocópias, uso de integradores, método dos pontos e modelos matemáticos); massa fresca; massa seca e volume (medida tridimensional) (FRANDOLOSO, 2012).

A área foliar é a principal característica da análise de crescimento de planta, onde juntamente com a massa seca, podem ser determinados diversos índices fisiológicos. A área foliar é um forte indicador de produtividade; sua avaliação, durante o ciclo da cultura, torna-se importante para que se possa conhecer o crescimento e o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, a produtividade e a produção total da cultura (GRILO JUNIOR; AZEVEDO, 2013). Além disso, é um importante índice nos estudos de nutrição e crescimento vegetal, porque determina o acúmulo de massa seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e qualidade de colheita (JORGE; GONZALEZ, 1997). A medição da área foliar na experimentação agrícola é importante devido às respostas aos tratamentos aplicados e por ser uma variável que está relacionada diretamente com a capacidade fotossintética e interceptação da luz (SEVERINO et al., 2004).

A área foliar do gergelim tem um crescimento acelerado de 30 até os 60 dias, decrescendo após os 70 dias, devido à queda das folhas mais velhas localizadas na parte inferior da planta (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2011). Confirmando os resultados de Beltrão et

al. (1994), estudando a cultivar CNPA G3, verificou-se máximo crescimento entre 50 e 65 dias após emergência (DAE) para área foliar; e Silva (2012), estudando crescimento e produção de genótipos de gergelim (BRS Seda, CNPA G4 e linhagem ELAG09 ó 27561), verificou que a maior área foliar entre os genótipos foi observada na BRS Seda.

Em relação aos índices fisiológicos, eles indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos, dependentes de um bom funcionamento do sistema fisiológico da planta. O desempenho do sistema assimilatório é influenciado pelos fatores bióticos e abióticos à planta (FONTES et al., 2005; LESSA, 2007). O índice de área foliar é a relação entre a área foliar e a área do solo sombreada pelas folhas. Assim, à medida que a área foliar cresce, o índice de área foliar também cresce, até que o autossombreamento da planta prejudique a eficiência da fotossíntese, funciona como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz. (FRANDOLOSO, 2012). A análise da razão de área foliar permite identificar a translocação e partição de assimilados para as folhas em relação à massa seca da planta toda; o seu decréscimo indica que, ao longo do ciclo, a quantidade de assimilados que se destinam às folhas é diminuída, justificando-se pelo início da fase reprodutiva e diminuição do investimento em área foliar (LOPES et al., 2010). Severino et al. (2002), estudando a cultivar CNPA G4, verificaram que a razão de área foliar atingiu $300 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ aos 20 dias e decresceu continuamente após esse período. A duração da área foliar se refere à fixação da folha ao caule ao longo do ciclo de crescimento das plantas (SILVA et al., 2002). Beltrão et al. (1994), estudando a cultivar CNPA G3, verificaram aumento da duração da área foliar aos 40 dias após emergência.

A taxa de crescimento absoluto é o ganho de massa seca de uma planta sem levar em consideração o material inicial (OLIVEIRA et al., 2002), podendo ser utilizada para estimar a velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (FRANDOLOSO, 2012). Severino et al. (2002) verificaram na cultivar CNPA G4, nas condições de Campina Grande, um aumento crescente entre 35 e 70 dias após emergência. A taxa de crescimento do cultivo é o acúmulo de massa seca em relação ao tempo, representando, assim, a capacidade de produção da cultura (BEZERRA, 2007). Silva (2012) encontrou valores crescentes até 120 dias após emergência.

2.4 ACÚMULO DE NUTRIENTES

Para alcançar uma área com produção positiva, faz-se necessária a realização de um bom manejo da cultura no campo e, além disso, conhecer as necessidades de consumo de água e nutrientes é fundamental. Um bom manejo da adubação possibilita aumentar a produtividade agrícola e a rentabilidade das lavouras, porém representa um custo significativo para o agricultor e aumenta o risco do investimento quando o manejo não é utilizado de forma adequada (MESQUITA, 2010). Para se obter eficiência na adubação, necessita-se conhecer a exigência da cultura em nutrientes, o tipo e a solubilidade do solo, determinando a maior ou a menor mobilidade dos nutrientes e o grau de lixiviação (ARRIEL et al., 2007)

A exigência nutricional de uma planta é a quantidade de nutrientes absorvidos na planta inteira durante seu ciclo de produção. Para determinar a exigência de uma cultura, devem-se levar em consideração os nutrientes acumulados em toda planta, sendo que as culturas possuem exigências diferentes de nutrientes durante todo seu ciclo de vida, uma vez que a extração dos nutrientes do solo pelas plantas varia ao longo de seu crescimento e com o tempo de cultivo (NUTRIÇÃO, 2006). As maiores demandas de nutrientes são no florescimento, na formação e no crescimento dos frutos ou do órgão de reserva que será colhido (HAAG et al., 1981).

O conhecimento das quantidades totais de nutrientes absorvidas pela planta permite calcular as taxas que serão exportadas através da colheita da parte comercialmente desejada e as que poderão ser devolvidos ao solo através dos restos culturais. As quantidades extraídas de nutrientes dependem de alguns fatores, como: produção obtida, cultivar, nível de disponibilidade de nutrientes, manejo da cultura, condições climáticas, entre outros. A curva ótima de consumo de nutrientes deve definir a quantidade ideal que a planta necessita, sem deficiência ou excesso de nutriente, o que não contribui para uma melhoria na produtividade, tornando-se um mecanismo indispensável para a recomendação de fertilização das culturas (SILVA, 2012; VIDIGAL et al., 2002).

O gergelim necessita de nitrogênio, fósforo e potássio, variando de acordo com a produção, o estado nutricional, a variedade utilizada e a parte da planta colhida, sendo assim conhecida como planta esgotante do solo (BELTRÃO; VIEIRA, 2001; BELTRÃO et al., 1994). Em geral, a cultura absorve pouco nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) até 30 dias após o plantio, sendo que, em seguida, a necessidade da planta por tais nutrientes cresce rapidamente, obtendo uma demanda máxima de N aos 74 dias, de P dos 60 aos 90 dias e de K após os 35 dias, e cresce até o final do ciclo. Em média, a planta necessita de 50 kg ha⁻¹ de N,

14 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O para produzir 1.000 kg ha⁻¹ de sementes. Os frutos correspondem de um percentual que varia de 33 a 60% dos NPK extraídos. Assim, para garantir a produtividade de plantios posteriores, essas quantidades de nutrientes precisam ser adicionadas através da adubação (ARRIEL et al., 2007).

A adubação do gergelim tem sido demonstrada em trabalhos com resultados positivos em determinados locais e cultivares, e negativos em outras situações, mostrando a variação e a grande dificuldade de serem entendidas as relações solo, planta e atmosfera desta cultura (NOBRE, 2007). Porém, estudos com acúmulos de nutrientes na cultura do gergelim na região Nordeste do Brasil são escassos, o que se torna necessária a realização de novas pesquisas na região. Santos et al. (1982), estudando nutrição mineral do gergelim, verificaram a seguinte ordem de macronutrientes: folha: Ca > N > K > P > Mg > S; caule: K > N > Ca > S > P > Mg e fruto: N > K > Ca > P > S > Mg. Corrêa et al. (1996), estudando a absorção de macronutrientes, cultivar Jori, constataram a seguinte ordem: folha: N > Ca > Mg > S > P; caule: K > Ca > N > Mg > S > P e fruto: N > K > Ca > Mg > S > P, sendo maiores nas folhas do que nos caules. Silva (2012) verificou que os teores e conteúdo de macronutrientes variam em função das lâminas de irrigação e entre os genótipos de gergelim, onde a extração de macronutrientes foi maior pela cultivar BRS Seda.

REFERÊNCIAS

- AMABILE, R. F.; FARIAS NETO, A. L.; SPEHAR, C. R.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M. CNPA G3: nova opção de gergelim para a região do Distrito Federal. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, 3p. **Comunicado Técnico**, 43. 2001.
- ARRIEL, N. H. C.; CARDOSO, G. D. **Condições edafoclimáticas para o desenvolvimento do gergelim; recomendações de cultivo: época de semeadura e espaçamento; controle de plantas daninhas, pragas e doenças; colheita; consórcio; comercialização.** Folders. Embrapa Algodão. 2011.
- ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. T. BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. **A cultura do gergelim.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica - Coleção Plantar. 72 p. 2007.
- ARRIEL, N. H. C.; MAURO, A. O. D.; MAURO, S. M. Z. D.; BAKKE, O. A.; UNÊDATREVISOLI, S. H.; COSTA, M. M.; CAPELOTO, A.; CORRADO, A. R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p. 801-809. 2006.
- ARRIEL, N. H. C.; DANTAS, E. S. B. Avaliação de Cultivares de Gergelim no Seridó Paraibano ó 2000. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 4p. **Comunicado Técnico**, 127. 2000.
- ÁVILA, J. M.; GRATEROL, Y. E. Planting date, row spacing and fertilizer effects on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). **Bioagro**, v. 17, n. 1, p. 35-40. 2005.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. Situação do Gergelim nos Mercados Mundial e Nacional, 1995 a 2002. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande. 8p. **Circular Técnico**, 67. 2002.
- BELTRÃO, N. E. M.; FERREIRA, L. L. F.; QUEIROZ, N. L.; TAVARES, M. S.; ROCHA, M. S., ALENCAR, R. D.; PORTO, V. C. N. **O gergelim e seu cultivo no Semiárido Brasileiro.** IFRN ó Natal. 225p. 2013.
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona pinhão-manso e sisal.** Embrapa Informação Tecnológica. Brasília-DF. 2011.
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L.; SILVA, O R. F. de. Grãos Oleaginosos. In: ALBUQUERQUE, A C. S.; SILVA, A G. (Eds.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas** (Parte 8. Agroenergia). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 4, p. 753-766. 2008.
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil.** EMBRAPA Algodão (Campina Grande-PB) - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 348p. 2001.

BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. Gergelim: cultura no trópico semi-árido nordestino. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 52 p. EMBRAPA-CNPA. **Circular Técnica**, 18. 1994.

BEZERRA, J. R. C. **Crescimento, Desenvolvimento e Rentabilidade do Algodoeiro BRS 200 6 Marron, Irrigado**. 2007. 88 p. Tese (Recursos Naturais). Centro de Tecnologias e Recursos Naturais. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, PB. 2007.

CHIRINOS-TORRES, D.; CHIRINOS-TORRES, L.; MARÍN, M.; ROMÁNURBINA, Z.; VIELMA-BAPTISTA, J.; CASTRO, C. Dinámica de acumulación de materia seca em la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), cv. Río Grande, em la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. **Rev. Fac. Agron.** Maracaíbo, Venezuela, v. 16, n. 2, p. 141-151. 1999.

CORRÊA, M. J. P.; SANTOS, R. A.; FERNANDES, V. L. B.; ALMEIDA, F. C. G. Acumulação de macronutrientes (NPK) pela cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) cv. JORI. **Ciência Agrônômica**. Volume 26. Número 1/2. 1995.

EMBRAPA. **Cultura do Algodão no Cerrado**. Sistemas de produção. Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/autos.htm>>. Acesso em 13 de jul. de 2014.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em 16 de dez. de 2015.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.94-99. 2005.

FRANDOLOSO, J. F. **Acúmulo de nutrientes e crescimento do pinhão manso no oeste do Paraná**. 2012. 79p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon. 2012.

GRILO JUNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS seda na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **HOLOS**, ano 29, Vol 2. 2013.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 505-509. 2002.

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. de. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) destinado ao processamento industrial. In: HAAG HP; MINAMI K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill. p. 447-474. 1981.

HUNT, R. Growth analysis, individual plants. In: THOMAS B, MURPHY D. J.; MURRAY D. (eds.) **Encyclopaedia of Applied Plant Sciences**. London: Academic Press. p. 579-588. 2003.

JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. **Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate**. Agrotecnia de Cuba, Havana, v. 27, n. 1, p. 123-126. 1997.

LESSA, L. S. **Avaliação agrônômica, seleção simultânea de caracteres múltiplos em híbridos diplóides (aa) e desempenho fisiológico de cultivares de bananeira**. 2007. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) ó Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia. 2007.

LOPES, W. A. R. **Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) ó Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró-RN. 2010.

MESQUITA, J. B. **Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação**. 2010. 82f. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2010.

NOBRE, J. G. A. **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em argissolo vermelho-amarelo**. 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2007.

NUTRIÇÃO DE PLANTAS. **Apostila**. Unesp. Jaboticabal. 2006.

OLIVEIRA, L. E. M. de. MESQUITA, A. C., FREITAS, R. B. de. **ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS. Apostila**. Universidade Federal de Lavras Departamento de Biologia Setor de Fisiologia Vegetal. Lavras. 2002.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 1-7. 2014.

PEIXOTO, C. P.; MACHADO, G. S.; BORGES, V. P.; ALVES, E. C.; LEAL, G. M. F. Índices fisiológicos de soja hortalíça em duas épocas de semeadura no Recôncavo Sul Baiano. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 3, p. 56-67. 2012.

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; VALE, D. G.; GEREON, H. G. M.; MOURA, J. A.; SILVA, P. J.; SOUZA FILHO, J. F. **Produção de Gergelim Orgânico nas Comunidades de Produtores Familiares de São Francisco De Assis Do Piauí**. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 127p. (Documentos, 190). 2008.

SANTOS, R. A.; HAAG, H. P.; MINAMI, K. Nutrição mineral do gergelim (*Sesamum indicum* L.) - concentração e acúmulo de macronutrientes em condições de campo. **Anais da E.S.A. õLuiz de Queirozõ**. Volume XXXIX. 1982.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do; SANTOS, J. W. dos. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n.1. 2004.

SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. A.; LIMA, C. L. D. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p.599-608. 2002.

SILVA, J. C. A. da. **Crescimento e produção de genótipos de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função de laminas de irrigação**. 2012. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2012.

SILVA, L. C.; SANTOS, J. W. dos; VIEIRA, D. J.; BELTRÃO, N. E. de M.; ALVES, I.; JERÔNIMO, J. F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosa**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 1, p. 491-495. 2002.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. S. Análise de crescimento de comunidades vegetais. Campina Grande: EMBRAPA-CNAPA, 47p. EMBRAPA-CNAPA, **Circular Técnica**, 34. 2000.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, vol. 35 n. 3. 2000.

VIDIGAL, S.M.; FACION; C.E.; PACHECO, D.D. Avaliação de três cultivares de cebola na região Norte de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro De Olericultura, 42. 2002, Uberlândia ó MG. **Anais...** Uberlândia: SOB, CD-ROM. 2002.

WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, p. 282-340. 1983.

CAPÍTULO I

CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE GERGELIM EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO

A análise quantitativa do crescimento é uma ferramenta e o meio mais acessível, além de bastante preciso para avaliar o desenvolvimento vegetal e a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o seu desempenho, tornando-se possível o conhecimento da eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais em que estas plantas desenvolvem-se. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de cultivares de gergelim em duas épocas de cultivo nas condições de Mossoró-RN. Foram instalados dois experimentos na Horta Didática da UFERSA, sendo a primeira época de cultivo no período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 e o segundo de abril a julho de 2015. O delineamento experimental em cada experimento foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas onde as parcelas foram representadas pelas cultivares de gergelim: CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 e as subparcelas consistiram das épocas de coletas, sendo a primeira realizada 21 dias após a semeadura (DAS) e as seguintes em intervalos de 14 dias (35, 49, 63, 77, 91 e 105 DAS), sendo coletadas duas plantas competitivas de gergelim em cada coleta. As características avaliadas foram: altura média de plantas, diâmetro caulinar, área foliar, acúmulo de massa seca na folha, caule, frutos e na planta, índice de área foliar, duração da área foliar, razão da área foliar, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento de cultivo, número de frutos por planta, rendimento de grãos e peso de mil sementes. A homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis, possibilitando a realização da análise conjunta dos experimentos, exceto para massa seca de folha, onde se discutiu épocas de cultivo separadamente. Pode-se verificar que independente da época de cultivo, as plantas apresentaram crescimento lento até os 35 DAS, sendo que para a época I o crescimento intensificou-se até 91 DAS e para a época II até 77 DAS. Para as duas épocas de cultivo a cultivar CNPA G4 mostrou resposta superior as cultivares estudadas.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L. Parâmetros fisiológicos. Época de coleta. Área foliar.

ABSTRACT

Quantitative analysis of growth is a tool and more accessible through, and sufficiently accurate to evaluate the crop development and the contribution of different physiological processes on its performance, making it possible to acquaintance the growth efficiency and ability to adapt the environmental conditions in which these plants develop themselves. Thus, the purpose of this study was to evaluate the growth of sesame cultivars in two cropping seasons in the conditions of Mossoró-RN. Two experiments were established in Horta Didactics of UFERSA, It is the first cultivation period from November 2014 to February 2015 and the second from April to July 2015. The experimental delineation in each study was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in split plot where Each experimental plot was represented by sesame cultivars CNPA G2, CNPA G3 and CNPA G4 and the subplots consisted of the collection times, the first being held 21 days after sowing (DAS) and the following in every 14 days (35, 49, 63, 77, 91 and 105 DAS), and collected two competitive sesame plants in each sampling. The characteristics evaluated were: plant height, stem diameter, leaf area, dry matter accumulation in the leaf, stem, fruit and plant, leaf area index, duration of leaf area, leaf area ratio, absolute growth rate, growth rate cultivation, fruit number per plant, grain yield and thousand seed weight. The homogeneity of variances was accepted for all variables, enabling the implementation of joint analysis of the experiments, except for dry weight of leaf, where they discussed cropping seasons separately. It can be seen that regardless of the cultivation period, the plants showed slow growth until 35 DAS, and for the time I growth intensified up to 91 DAS and for the time II up to 77 DAS. For the two growing seasons to cultivate CNPA G4 revealed higher response the studied cultivars.

Keywords: *Sesamum indicum* L. Physiological parameters. Harvest time. Leaf area.

1 INTRODUÇÃO

Ao passar dos anos, a cultura do gergelim tem ganhado espaço territorial mundial, sendo uma das culturas estudadas na busca por melhorias de manejo. O cultivo ocorre em uma variedade de ambientes e condições climáticas, estendendo-se desde os trópicos semiáridos aos subtropicais de diversas partes do mundo. Com isso, a diversidade de cultivares vem aumentando para cultivos em diferentes épocas, tanto na época chuvosa como na época seca, além da melhoria nos sistemas de cultivo (MISGANAW et al., 2015; RAIKWAR; SRIVASTVA, 2013).

A análise de crescimento tem sido utilizada para estudos de cultivares de uma mesma espécie, avaliando a planta como um todo, observando as contribuições dos diversos órgãos ao crescimento total, de forma a selecionar aquelas de maior interesse (OLIVEIRA et al., 2002). É uma ferramenta essencial no estudo da fisiologia da produção e na investigação da influência exercida pelos fatores ambientais, genéticos e agronômicos sobre a produtividade vegetal (ARAÚJO et al., 2014).

Além disso, propicia conhecimentos práticos e informações referentes ao crescimento e comportamento das plantas, tornando possível descrever as condições morfofisiológicas em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a produtividade, avaliando-se por meio de índices fisiológicos e bioquímicos (SEVERINO et al., 2004). A principal vantagem é a obtenção de informações em tempos regulares sem a necessidade de equipamentos sofisticados, cujas informações estão baseadas no acúmulo de massa seca da planta e a dimensão do aparelho fotossintetizador (área foliar) (PEIXOTO et al., 2011).

O conhecimento da área foliar de uma cultura é importante por ser um parâmetro indicativo de produtividade, devido ao processo fotossintético depender da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química. A eficiência fotossintética depende da taxa fotossintética por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar; com isso, a superfície foliar de uma planta é a base do rendimento potencial da cultura (FAVARIN et al., 2002).

Diante disso, a escolha da cultivar para um determinado ambiente é de grande importância para obtenção de uma boa produtividade e o conhecimento do desenvolvimento das cultivares nas diferentes regiões torna-se uma característica fundamental nessa decisão. Com isso, objetivou-se avaliar o crescimento através da mensuração de índices fisiológicos nas cultivares de gergelim nas condições de Mossoró-RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais (DCV) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró-RN, nos períodos de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 (época I) e de abril a julho de 2015 (época II), situado a 5° 11' de latitude S e 37° 20' de longitude WGr, e altitude de 18 m. Segundo classificação de Thornthwaite, o clima local é DdAa ou seja, semiárido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano e, de acordo com Köppen é BSw, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro; e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Os dados meteorológicos médios do período da realização dos experimentos são apresentados na Figura 1. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Abrupto, textura areia franca (EMBRAPA, 1999).

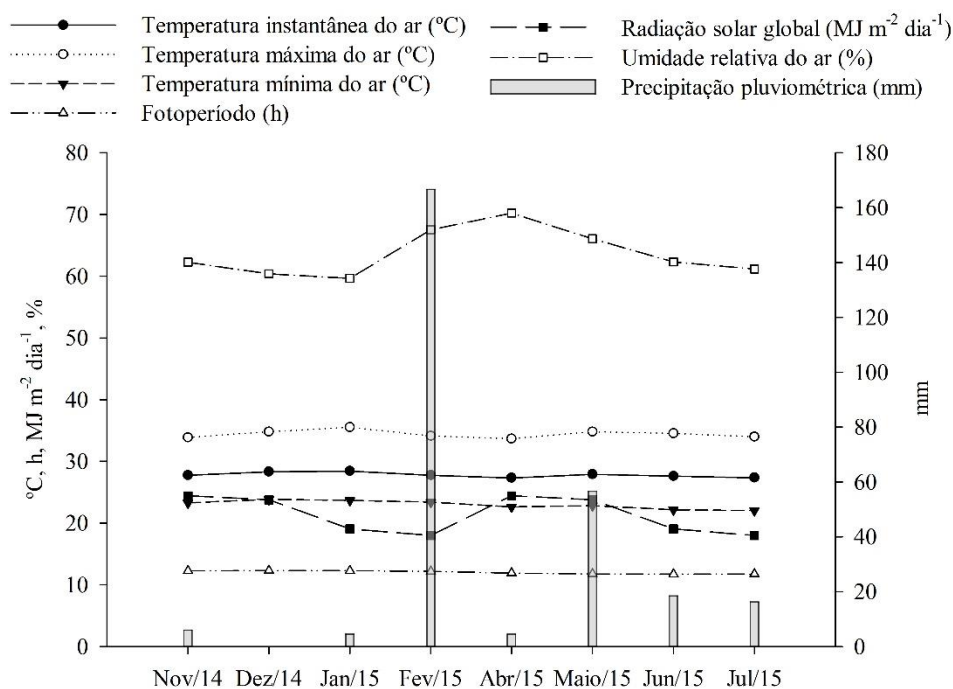


Figura 1 ó Valores médios de temperaturas (°C) instantâneas, máxima e mínima do ar, fotoperíodo (h), radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) em cada época de cultivo de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFERSA.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental, em cada experimento, foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas em que essas parcelas foram representadas pelas cultivares de gergelim: CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4; e as subparcelas consistiram das épocas de coletas: 21, 35, 49, 63, 77, 91 e 105 dias após semeadura (DAS). Cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de plantas de 3,0 x 2,4 m, totalizando em área de 7,2 m², considerando-se como área útil as duas fileiras centrais, excluindo-se as primeiras e as últimas plantas da fileira. O espaçamento entre plantas foi de 0,30 x 0,60 m, com duas plantas por cova, totalizando uma população de 111.111 plantas ha⁻¹.

2.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo constituiu de aração e gradagem. Da área experimental, foram coletadas amostras de solo com trado na profundidade de 0-20 cm, coletando amostras de solo no campo experimental em forma de Z, formando uma amostra composta, em seguida, homogeneizada e levada uma amostra simples para análise de solo em laboratório (Tabela 1). A adubação foi realizada de acordo com a recomendação de adubação para o estado de Pernambuco (IPA, 2008).

Tabela 1 ó Análises químicas do solo da área experimental. Mossoró, UFERSA, 2016.

Época	N	MO	K	P	Na	Ca	Mg	pH	CE dS/m
	g/kg	g/kg	----- mg/dm ³	----- mg/dm ³	----- mg/dm ³	----- cmol _c /dm ³	----- cmol _c /dm ³		
I	0,98	14,11	181,04	197,09	98,05	4,88	0,37	7,90	0,17
II	1,23	15,60	155,20	201,95	39,50	5,22	1,55	7,75	0,09

A semeadura foi realizada manualmente com uma profundidade de 2 cm, o desbaste foi realizado 10 dias após a semeadura.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, colocando-se uma mangueira em cada fileira de plantio, com gotejadores do tipo autocompensante espaçados de 0,30 m, com vazão média de 1,5 litro h⁻¹. As irrigações foram realizadas diariamente, e as lâminas determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998). O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente com enxadas nas parcelas.

2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Para análise de crescimento, foram amostradas duas plantas competitivas de gergelim da parcela útil, em intervalos de quatorze dias até os 105 dias após semeadura.

2.4.1 Altura média de plantas (A) e diâmetro caulinar (D)

A altura das plantas foi medida da superfície do solo a extremidade superior da haste principal com auxílio de trena, expressa em metros. O diâmetro caulinar foi medido a 4 cm do solo, utilizando-se um paquímetro digital, expresso em mm (GRILO JUNIOR; AZEVEDO, 2013).

2.4.2 Área foliar (AF)

Foram medidos comprimento (C) e largura (L) de todas as folhas de cada planta com auxílio de régua milimétrica, sendo obtida a soma da área foliar por planta, segundo o estabelecido por Silva et al. (2002).

$$AF = C \times L \times f \text{ (cm}^2\text{)}$$

Onde: C e L são as medidas de comprimento e largura, respectivamente; f = fator de correção (0,7).

2.4.3 Massa seca de folha (MSF), caule (MSC), frutos (MSFR) e da planta (MSP)

A planta foi facionada em caule, folha e fruto e realizado processo de lavagem; posteriormente ocorreu a secagem do material vegetal em estufa a 65 °C, por aproximadamente 48 horas ou até a obtenção do peso constante e, por último, foram pesadas para obtenção do peso seco do material em gramas. A massa seca da planta se deu pelo somatório da massa seca da folha, caule e frutos.

2.4.4 Índice de área foliar (IAF)

Expressa a área foliar da planta, com a área do solo que a mesma ocupa (SILVA, 2012). Parâmetro importante na análise de crescimento de uma comunidade vegetal, servindo como indicador da cobertura foliar do terreno e de suas consequências na interceptação de luz (OLIVEIRA et al., 2002).

$$IAF = AF / AS$$

Onde: AF = área foliar (cm²); AS = área do solo coberto pela planta: nesse caso, considerou-se como espaço disponível 60 x 30 cm (cm²).

2.4.5 Duração da área foliar (DAF)

Refere-se à fixação da folha ao caule durante o desenvolvimento das plantas (SILVA, 2012; SILVA et al., 2002).

$$DAF = AF / (AS \times t) \text{ (cm}^2 \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

Onde: AF = área foliar (cm²); AS = área do solo coberto pela planta (cm²); t = tempo (dias)

2.4.6 Razão da área foliar (RAF)

Determinada pela relação entre área foliar e o peso da massa seca da planta, representando a área foliar disponível para a fotossíntese, conforme SEVERINO et al. (2004).

$$RAF = AF / W \text{ (cm}^2 \text{ g}^{-1}\text{)}$$

Onde: AF = área foliar (cm²); W = massa seca da planta (g).

2.4.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA)

É a variação ou incremento entre duas amostras ao longo de período de tempo determinado, podendo ser usado para se determinar a velocidade média de crescimento da planta (PEIXOTO et al., 2011).

$$TCA = (W2 - W1) / (T2 - T1) \text{ (g dia}^{-1}\text{)}$$

Onde: W2 e W1 = peso da massa seca da planta de duas amostras consecutivas (g); T2 e T1 = diferença entre o tempo de amostragem.

2.4.8 Taxa de crescimento de cultivo (TCC)

Está relacionada com o acúmulo de massa seca em função do tempo, que é aproximadamente igual à fotossíntese da cobertura vegetal por unidade de área do solo, mostrando a capacidade de produção da cultura (BEZERRA, 2007).

$$TCC = W / (AS \times t) \text{ (g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

Onde: W = peso da massa seca da planta (g); AS = área do solo coberto pela planta (cm²); t = tempo (dias).

Além disso, no final do ciclo de cultivo do gergelim, foram coletadas todas as plantas da parcela útil para realizar as avaliações de produção e seus componentes, sendo determinados: número de frutos por planta; rendimento de grãos, determinado a partir da pesagem dos grãos da parcela experimental, sendo os resultados expressos em kg ha^{-1} (GRILO JUNIOR; AZEVEDO, 2013); e peso de mil sementes: foram retiradas amostras de 1000 sementes de cada tratamento e, em seguida, pesadas em balança com precisão de 0,0001 g (BRASIL, 1992).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Realizaram-se análises de variância das épocas de cultivo isoladamente para todas as características avaliadas, através do aplicativo SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2003). Observada a homogeneidade das variâncias entre as épocas de cultivo, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características, sendo considerada a época de cultivo como um novo fator. Para os componentes de produção, considerou-se o final do ciclo de produção, não sendo consideradas as subparcelas (épocas de coleta). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito através do programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE, 2002), com gráficos elaborados no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey ($p < 0,05$) foi empregado para comparar as médias referentes entre as cultivares e cada época de cultivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis avaliadas, exceto para massa seca da folha, possibilitando assim, a realização da análise conjunta dos experimentos, ocorrendo interação tripla para tais características. Em relação à massa seca da folha, foi realizada análise univariada de cada época de cultivo separadamente.

Para a altura de plantas, obteve-se um maior crescimento entre 30 e 77 DAS, onde foram verificados valores máximos aos 88 (época I) e 89 (época II) DAS, de 2,26 e 2,39 m respectivamente, ambos na cultivar CNPA G2 (Figura 2). O crescimento das plantas de gergelim é lento na fase inicial, coincidindo com os resultados verificados por Amaral e Silva (2008), que relatam um maior crescimento em altura de plantas entre 30 e 90 dias, e por Grilo Junior e Azevedo (2013), quando o crescimento se intensificou entre 30 e 60 dias e, após esse período, o crescimento volta a ser lento, tendendo a se estabilizar na fase final.

Em relação às cultivares, as maiores alturas foram nas cultivares CNPA G2 e CNPA G3, não observando diferença estatística entre estas, com médias de 2,13 e 2,16 m respectivamente aos 91 DAS na época I e de 2,19 m nas duas cultivares aos 105 DAS na época II. As menores médias de altura foram verificadas na cultivar CNPA G4, possivelmente pode ter sido ocasionada pelo porte médio mais baixo e ciclo médio de 90 dias, inferior as outras. A época de cultivo que obteve alturas máximas de plantas aos 105 DAS foi a época II para as cultivares de gergelim estudadas.

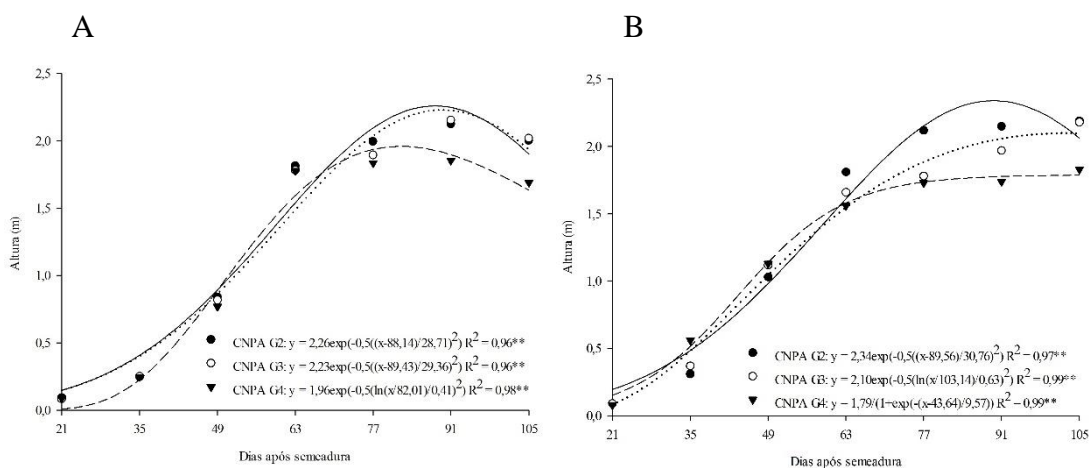


Figura 2 ó Altura de plantas em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e na época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

O diâmetro do caule foi crescente em todas as cultivares durante as épocas de amostragem, com valores máximos aos 93 DAS de 23,09 mm na cultivar CNPA G3 na época I e aos 104 DAS de 22,36 mm na cultivar CNPA G2 na época II (Figura 3). O aumento do diâmetro do caule foi semelhante ao desenvolvimento da altura de plantas, onde o desenvolvimento é lento no início do ciclo e acentuando-se após 30 DAS, provavelmente devido ao diâmetro do caule ser fator fundamental para a sustentação da planta, podendo as duas características estar interligadas. Resultados semelhantes foram verificados por Silva et al. (2014), com crescimento de diâmetro entre 30 e 60 dias após germinação, estabilizando-se após esse processo.

Para as cultivares dentro de cada época de coleta e épocas de cultivo, observou-se que ocorreu diferença estatística entre as cultivares a partir dos 35 DAS devido ao crescimento inicial lento das plantas, com valores máximos de 23,58 mm na cultivar CNPA G3 na época I e 22,28 mm na cultivar CNPA G2 na época II, ambos aos 105 DAS. Grilo Junior e Azevedo (2013) verificaram valores semelhantes, com diâmetro de 25 mm aos 90 dias após emergência na cultivar BRS Seda, e Maia Filho et al. (2013), estudando o cultivo orgânico da cultivar BRS Seda, encontraram diâmetro de 22,1 mm.

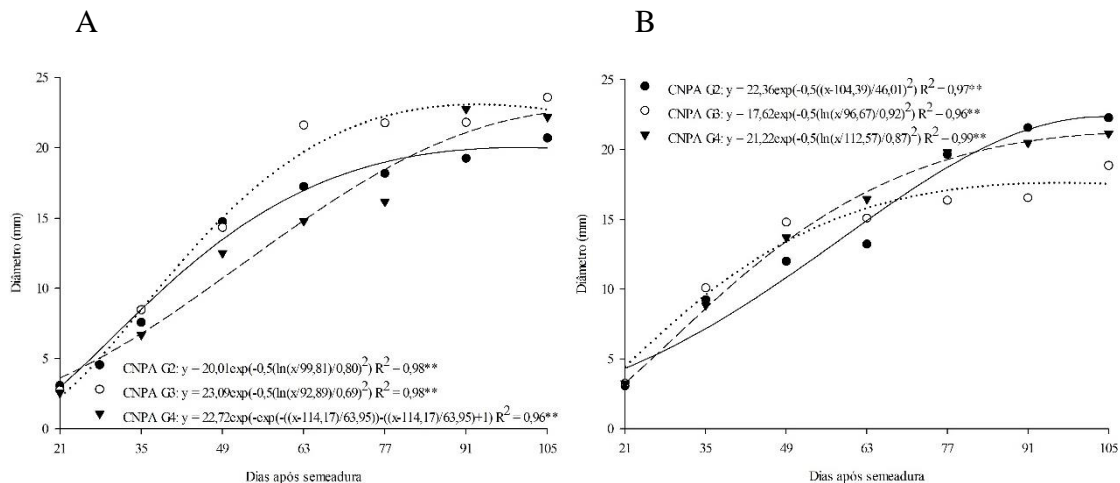


Figura 3 ó Diâmetro do caule em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Para área foliar em relação às épocas de amostragem, observou-se um desenvolvimento lento no início do ciclo da cultura do gergelim, intensificando-se a partir dos 35 até 91 DAS, com máximo aos 95 DAS de 6601,00 cm² na cultivar CNPA G4 para a época I e de 35 até 77 DAS com máximo de 4207,28 cm² na cultivar CNPA G2 na época II, com um

declínio posteriormente (Figura 4). A precipitação durante a época de cultivo I (época seca) foi menor do que a época II, o que provavelmente ocasionou em um maior crescimento de área foliar, devido ao maior aproveitamento da umidade disponível no solo pela irrigação. O posterior decréscimo da área foliar pode ser explicado devido à senescência das folhas, coincidindo com o final do ciclo. A área foliar de uma planta representa a matéria prima para a fotossíntese e importante para produção de carboidratos, lipídeos e proteínas (PEIXOTO et al., 2011). Então, o crescimento lento no início do ciclo ocorre devido ao gasto de energia inicial para fixação da planta no solo, sendo as raízes, nessa fase, o dreno preferencial dos assimilados, possuindo um maior desenvolvimento das raízes. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Severino et al. (2002), ao verificarem que a área foliar cresceu entre 30 e 70 dias e decresceu continuamente após esse período. Beltrão et al. (1994), estudando a cultivar CNPA G3 em Sousa-PB, observaram um maior crescimento entre 50 e 65 dias da emergência das plantas. Grilo Junior e Azevedo (2013) verificaram um crescimento rápido entre 35 e 75 dias após emergência, decrescendo após esse período.

Desdobrando as cultivares dentro de cada época de coleta e época de cultivo pode-se verificar que não ocorreu diferença estatística na fase inicial do ciclo entre as cultivares, confirmando em um baixo crescimento da área foliar independente da cultivar e o declínio no final devido à senescência das folhas. A cultivar CNPA G4 obteve maior média em relação às outras para área foliar com máximos de 6839 cm² aos 91 DAS na época I e 4592 cm² aos 77 DAS na época II. A área foliar é um forte indicador de produtividade, devido a ser uma característica ligada diretamente com a capacidade fotossintética da planta, o que é essencial para o seu desenvolvimento (FAVARIN et al., 2002). Então, uma cultivar com maior área foliar por planta indica uma maior capacidade fotossintética, o que resulta em um maior rendimento da cultura. Em relação às épocas de cultivos, obteve valores máximos na época I para todas as cultivares, possivelmente devido aos ventos ocasionados durante a época II, levando ao acamamento de algumas plantas e queda precoce das folhas.

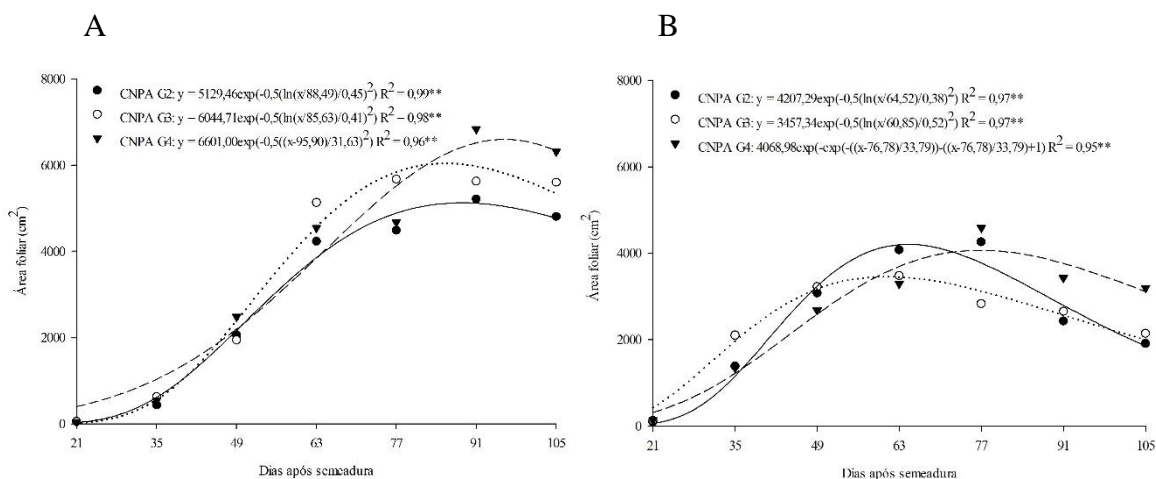


Figura 4 ó Área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Para massa seca da planta em relação às épocas de coleta, observou-se que o acúmulo foi lento até 49 DAS e intensificando nas coletas seguintes, sendo crescente durante todo o ciclo exceto para a cultivar CNPA G2 na época I, com máximos de 145,66 e 145,81 g planta⁻¹ nas cultivares CNPA G3 e CNPA G4, respectivamente na época I e 122,02 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G4 na época II (Figura 5 - 1A e 1B). Da mesma forma, foi verificada a resposta para a massa seca do caule, com máximas de 73,58 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G3 na época I, e 55,82 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G4 na época II (Figura 5 - 2A e 2B). Em relação ao acúmulo da massa seca dos frutos, verificou-se um crescimento até os 105 DAS nas duas épocas de cultivo, com máximo de 58,05 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G3 na época I; já na época II, as médias não se adequaram a nenhuma curva, mas pela representação gráfica, observa-se tal crescimento, cujo período de desenvolvimento do fruto é curto e exigente em nutrientes e água para o amadurecimento adequado (Figura 5 - 3A e 3B).

A resposta da curva pode ser explicada como citado por Peixoto et al. (2011), quando a fase inicial de crescimento é lenta, pois a planta depende das reservas da semente para a produção dos diferentes órgãos componentes, caracterizando a fase exponencial; em seguida, ocorre um crescimento linear, quando a planta retira água e nutrientes do substrato em que se desenvolve, iniciando os processos anabólicos dependentes da fotossíntese e com maior incremento na taxa de massa seca; e, por último, um crescimento lento, novamente com a paralisação eventual do processo. Resultados semelhantes foram verificados por Vieira et al. (1997) e Beltrão et al. (1994).

Em relação às cultivares, verificou-se para massa seca da planta diferença estatística entre as cultivares a partir dos 49 DAS na época I e aos 77 DAS na época II, uma vez que,

independentemente da época a cultivar CNPA G4, obteve-se acúmulo máximo de massa seca da planta, de 144,21 g planta⁻¹ na época I, não se diferenciando estatisticamente da cultivar CNPA G3, e 122,53 g planta⁻¹ na época II, aos 105 DAS. Já para massa seca do caule, ocorreu diferença estatística na época I a partir dos 63 DAS com máximo de 74,48 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G3, aos 105 DAS, e na época II, a partir 77 DAS, com máximo de 55,23 g planta⁻¹ aos 105 DAS na cultivar CNPA G4. Em relação aos frutos, as cultivares diferenciaram até o fim do ciclo, sendo que a cultivar CNPA G4 se sobressaiu das demais, com máximos de 48,95 e 54,60 g planta⁻¹, respectivamente, nas épocas I e II aos 105 DAS, coincidindo com a cultivar mais produtiva.

Desdobrando as épocas de cultivo dentro das cultivares e épocas de coleta para massa seca da planta e caule, verificou-se que no início do ciclo não ocorreu diferença estatística entre as épocas de cultivo para todas as cultivares, ocorrendo a partir dos 49 DAS, quando a época I obteve maiores médias, provavelmente nessa época, às cultivares obtiveram um maior crescimento e maior área foliar das plantas. Já em relação a massa seca dos frutos as maiores médias nas cultivares foram verificadas aos 105 DAS na época II.

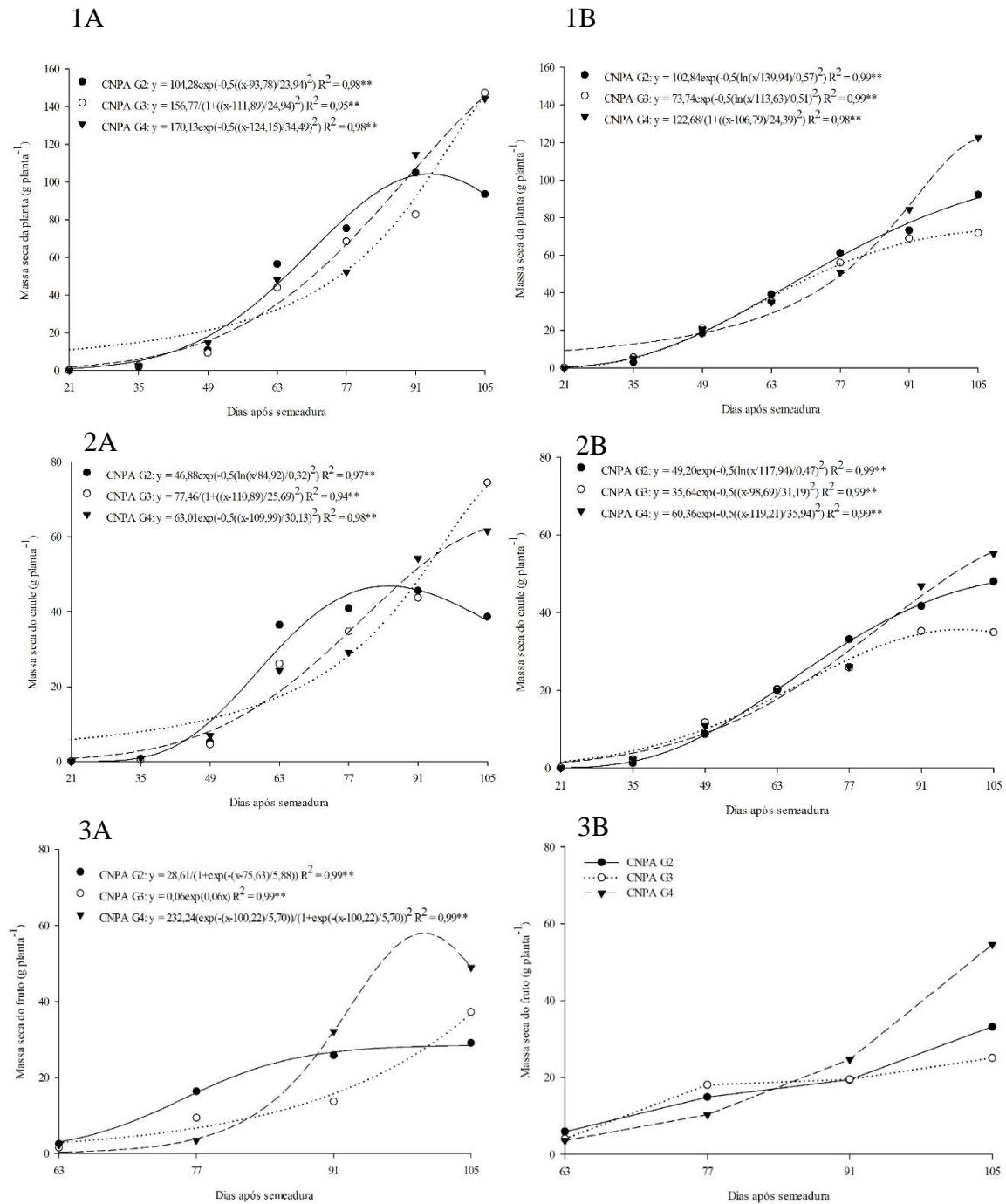


Figura 5 ó Massa seca da planta (1), caule (2) e frutos (3) em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFRSA, 2016.

Para massa seca de folha, as pressuposições da análise conjunta não foram atendidas; foram discutidas as épocas individualmente. Na época I, desdobrando as épocas de coleta dentro das cultivares para massa seca da folha, ocorreu acúmulo até o final do ciclo, com exceção da cultivar CNPA G2, obtendo-se acúmulos máximos aos 93 DAS na CNPA G2 e aos 105 e 100 DAS, respectivamente, nas cultivares CNPA G3 e CNPA G4, sendo que o

acúmulo foi intensificado entre 49 e 91 DAS (Figura 6 - A). Realizando o desdobramento inverso, as cultivares CNPA G3 e CNPA G4 obtiveram o maior acúmulo, de 35,52 e 33,68 g planta⁻¹, respectivamente, aos 105 DAS, enquanto para CNPA G2 o acúmulo máximo foi de 33,60 g planta⁻¹ aos 91 DAS.

Na época II, verificou-se um acúmulo máximo entre as épocas de coleta 77 a 91 DAS, observando um decréscimo do acúmulo, possivelmente devido à translocação de material orgânico para outras partes, como a reprodutiva, onde os acúmulos máximos foram aos 74, 83 e 80 DAS nas cultivares CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4, respectivamente (Figura 6 - B). Desdobrando as cultivares dentro das épocas de coleta, observou-se acúmulo máximo de 14,45 g planta⁻¹ aos 77 DAS para cultivar CNPA G4, sendo esta superior às demais, seguida de 14,16 g planta⁻¹ para CNPA G3 aos 91 DAS e 13,15 g planta⁻¹ para CNPA G2 aos 77 DAS.

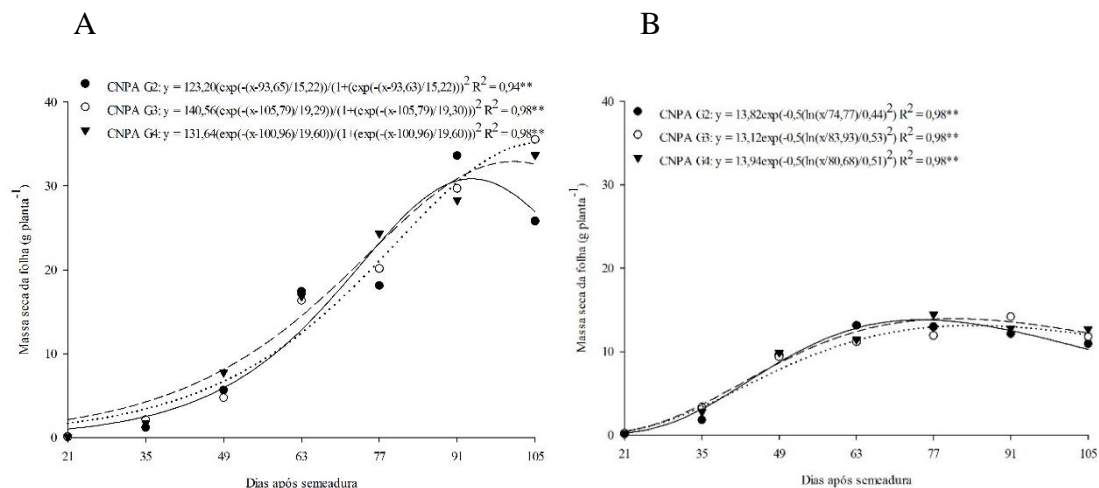


Figura 6 ó Massa seca de folha em relação ao desdobramento das épocas de coletas dentro das cultivares de gergelím na época I (A) e época II (B).

O índice de área foliar em relação às épocas de coleta dentro das cultivares e épocas de cultivo, apresentou resposta semelhante ao observado para o crescimento da área foliar com desenvolvimento entre 35 e 91 DAS, na época I, e de 35 a 77 DAS, na época II, com máximos aos 104 DAS de 3,59 na época I e aos 76 DAS de 2,26 na época II, ambos na cultivar CNPA G4 (Figura 7). O índice de área foliar é um parâmetro importante na análise de crescimento de plantas, servindo como indicador da cobertura foliar do terreno e de suas consequências na interceptação de luz. Normalmente o índice de área foliar ótimo ocorre durante as primeiras fases do crescimento, quando o sombreamento e o autossombreamento são mínimos (OLIVEIRA et al., 2002). Em resultados encontrados por Cruz et al. (2011), o índice de área

foliar ocorreu entre os 60 e 75 dias após emergência nas épocas normais e entre 45 e 60 dias após emergência nas épocas tardias na cultura da soja.

Para as cultivares, observou-se diferença estatística aos 63 DAS na época I e aos 35 DAS na época II, pois a cultivar CNPA G4 obteve maiores médias aos 91 DAS com máximo de 3,80, na época I, e aos 77 DAS de 2,55, na época II, não se diferenciando estatisticamente da cultivar CNPA G2, com máximo de 2,37 na época II, na mesma época de amostragem, sendo que ocorreu uma diminuição nas últimas coletas para as três cultivares, confirmando que esta característica está diretamente ligada a área foliar. Em relação às épocas de cultivo, obteve valores máximos na época I para todas as cultivares, coincidindo com a área foliar, onde os ventos ocasionados na época II durante o experimento no campo provocaram acamamento de algumas plantas e queda precoce das folhas, possivelmente sendo o motivo para as menores médias dessa característica, principalmente a partir dos 91 DAS.

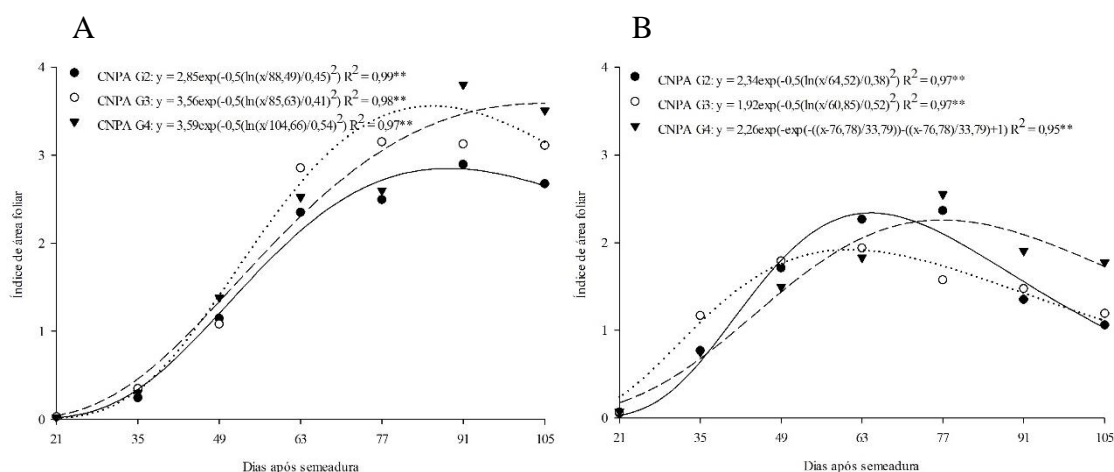


Figura 7 ó Índice de área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Desdobrando as épocas de coleta dentro das cultivares e épocas de cultivo para duração de área foliar, foi crescente em média até 77 DAS, na época I, e até os 63 DAS, na época II, nas três cultivares, ocorrendo um decréscimo nas épocas seguintes. Independentemente da época de cultivo, a cultivar CNPA G4 obteve valores máximos aos 73 DAS de $0,04 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, na época I, e aos 58 DAS de $0,03 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ na época II (Figura 8). A duração de área foliar é caracterizada como sendo o tempo em que a superfície foliar é mantida fotossinteticamente ativa, então a diminuição no final do ciclo pode ter sido ocasionada pela queda e senescência das folhas. Além disso, a época II apresentou menores valores de DAF, provavelmente devido à precipitação e à umidade relativa do ar durante a

fase vegetativa das plantas terem sido maiores que na época I, o que pode ter ocasionado uma menor eficiência fotossintética. Resultados semelhantes foram verificados por Beltrão et al. (1994), na cultura do gergelim, observaram um incremento da duração de área foliar entre 40 e 65 dias após emergência.

Para as cultivares, verificou-se que a CNPA G4 permaneceu com a superfície foliar ativa por mais tempo, atingindo máximo de $0,05 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ aos 77 DAS na época I, enquanto que na época II atingiu máximo de $0,03 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ na mesma época de coleta, porém não diferenciou da cultivar CNPA G2. O menor valor obtido na época II provavelmente ocorreu devido às menores médias de área foliar e índice de área foliar nessa mesma época. Segundo Peixoto et al. (2011), quanto mais rápido a cultura atingir o índice de área foliar e mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será a produtividade biológica da planta. Assim, a duração de área foliar é considerada a integral do índice de área foliar contra o tempo. Em relação às épocas de cultivo, observou-se que, com o desenvolvimento das plantas, as maiores médias foram verificadas na época I.

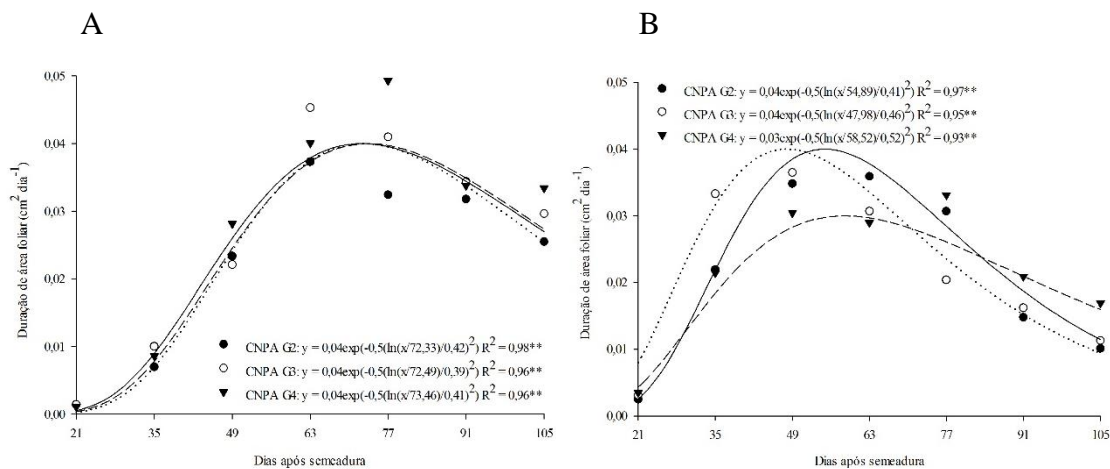


Figura 8 ó Duração de área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Na razão de área foliar nas épocas de coleta, verificou-se que, independentemente da época de cultivo, a curva demonstrou uma resposta decrescente, com valor máximo aos 21 DAS de $711,38 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ na cultivar CNPA G3, na época I, e $729,23 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ na cultivar CNPA G4 na época II (Figura 9). Esse declínio possivelmente ocorre enquanto a planta cresce e é ocasionada pelo autossombreamento, com a tendência da redução da área foliar fotossinteticamente ativa, para a produção de massa seca (PEIXOTO et al., 2011). Então, a

razão de área foliar reduz com o crescente acúmulo de massa seca na planta; resultados semelhantes foram encontrados por Severino et al. (2002).

Em relação às cultivares para razão de área foliar, somente foi observada diferença significativa aos 21 DAS, onde na época I a cultivar CNPA G3 obteve média máxima de 719 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ e, na época II, a cultivar CNPA G4, com 731 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$; posteriormente as cultivares tiveram a mesma resposta de redução até o final do cultivo. Entre as épocas de cultivo, verificou-se que ocorreu diferença entre as épocas de cultivo no início do ciclo em todas as cultivares, sendo que, a partir dos 49 DAS, não foi observada diferença estatística entre as épocas, verificando-se um acúmulo de massa seca semelhante nas duas épocas de cultivo.

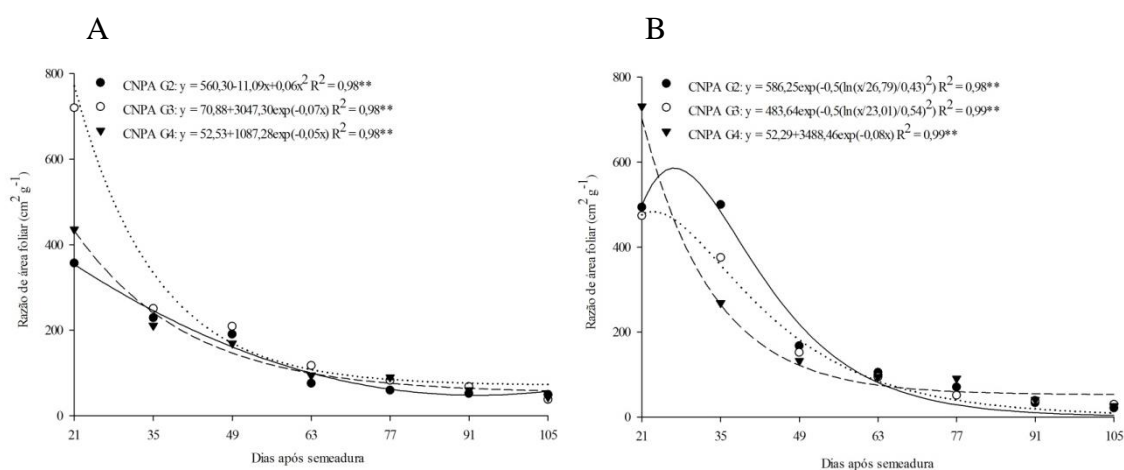


Figura 9 ó Razão de área foliar em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e na época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Desdobrando as épocas de coleta dentro das cultivares e épocas de cultivo para taxa de crescimento absoluto, verificou-se que o desenvolvimento no início do ciclo foi lento e se intensificou até aproximadamente 77 DAS, porém, para a cultivar CNPA G4, a taxa de crescimento ocorreu até 84 DAS de $4,19 \text{ g dia}^{-1}$, na época I, e aos 105 DAS de $2,79 \text{ g dia}^{-1}$ na época II (Figura 10). A partir dessa característica, pode-se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação, que, dependendo do material, pode ser diferente (REIS; MULLER, 1979). Como se observou nos resultados verificados, os incrementos no geral ocorreram entre 35 e 105 DAS, pois a cultivar CNPA G4 mostrou uma velocidade média de crescimento maior em relação às outras. Semelhante ao verificado por Severino et al. (2002), com aumento da taxa de crescimento absoluto entre 35 e 70 dias.

Em relação às cultivares para taxa de crescimento absoluto, verificou-se diferença estatística entre 63 e 105 DAS para as duas épocas de cultivo, onde a cultivar CNPA G4

obteve valor máximo de 4,47 g dia⁻¹ aos 91 DAS, na época I, e 2,72 g dia⁻¹ aos 105 DAS na época II, demonstrando possível superioridade dessa cultivar em relação às demais estudadas. Resultados superiores aos verificados por Severino et al. (2002), de 1,7 g dia⁻¹ aos 60 dias após emergência. Desdobrando as épocas de cultivo dentro das cultivares e épocas de coleta da taxa de crescimento absoluto, observou-se diferença estatística a partir dos 49 DAS entre as épocas de cultivo. A cultivar CNPA G4 se sobressaiu nas duas épocas de cultivo, porém, na época I, as cultivares obtiveram maiores médias, coincidindo com os resultados de massa seca da planta, com maior acúmulo ao longo do ciclo.

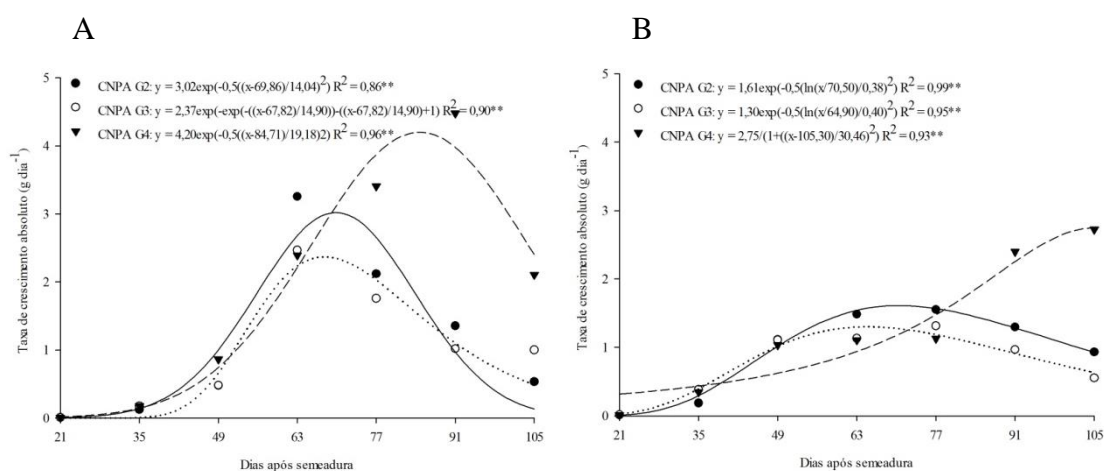


Figura 10 ó Taxa de crescimento absoluto em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Na taxa de crescimento de cultivo para as épocas de coleta, observou-se um aumento até o final do ciclo e máximos aos 105 DAS para as duas épocas de cultivo, 0,0007 g cm² dia⁻¹ nas cultivares CNPA G3 e CNPA G4, na época I, e 0,0006 g cm² dia⁻¹ na cultivar CNPA G4 na época II (Figura 11). O aumento da taxa de crescimento de cultivo representa o acúmulo de massa seca da planta durante o ciclo; então, observou-se um acúmulo de massa seca crescente durante o ciclo da cultura, coincidindo com os resultados encontrados.

Para as cultivares, na taxa de crescimento do cultivo, ocorreu diferença significativa entre as estudadas, mostrando taxa mínima no início do ciclo, pois o acúmulo de massa seca é pequeno. Os valores máximos coincidiram com a fase de maior desenvolvimento da cultura e assim um maior acúmulo de fitomassa da planta. O máximo foi verificado na cultivar CNPA G4 nas duas épocas de cultivo, de 0,0007 g cm² dia⁻¹, não se diferenciando estatisticamente da CNPA G3, na época I, e de 0,0006 g cm² dia⁻¹ na época II aos 105 DAS. Desdobrando as épocas de cultivo dentro das cultivares e épocas de coleta, conforme o desenvolvimento das

plantas, observou-se superioridade na taxa de crescimento de cultivo na época I, coincidindo com os resultados de massa seca da planta, onde obteve um maior desenvolvimento.

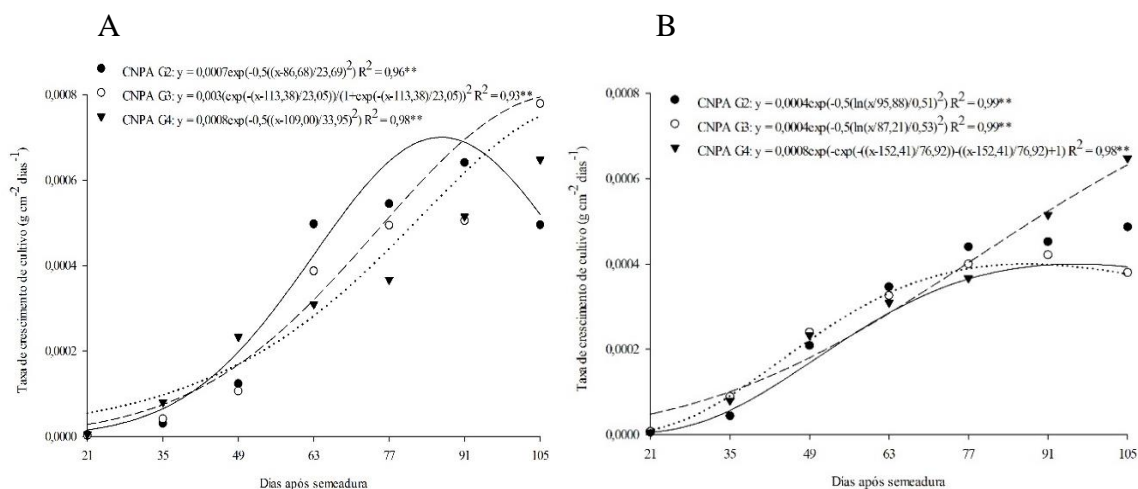


Figura 11 ó Taxa de crescimento de cultivo em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Em relação aos componentes de produção, a homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis avaliadas, possibilitando assim, a realização da análise conjunta dos experimentos, ocorrendo interação entre a época de cultivo e cultivares para tais características.

Para o peso de mil sementes, observou-se que as cultivares CNPA G3 e CNPA G4 obtiveram valor máximo em ambas de 5,25 g, na época II. Para a época I, não se verificou diferença significativa entre as cultivares com média de 3,00 g (Tabela 2). Em relação à época de cultivo, a época II apresentou valores superiores, demonstrando que a época chuvosa favoreceu para a obtenção de sementes mais pesadas. Para o número de frutos por planta, a cultivar CNPA G4 obteve valor máximo, na época I, de 145 cápsulas por planta, e a cultivar CNPA G2, na época II, de 114 cápsulas por planta (Tabela 2). No entanto, a época I propiciou maior número de cápsulas por plantas, coincidindo com a época mais produtiva.

Para o rendimento de grãos, desdobrando as cultivares dentro das épocas de cultivo, a cultivar CNPA G4 se sobressaiu das demais nas duas épocas de cultivo, com rendimento de 1375,75 kg ha⁻¹, na época I, e 915,25kg ha⁻¹ na época II (Tabela 2), sendo esta cultivar lançada posteriormente às demais, confirmando possivelmente a superioridade com características melhoradas. Em relação ao desdobramento das épocas de cultivo dentro das cultivares, observou-se que, na época I, a produtividade foi maior, exceto para a cultivar CNPA G2, porém não foi verificada diferença estatística entre as épocas. Grilo Junior (2013)

verificou um rendimento de grãos de 1400 kg ha⁻¹ na cultivar BRS Seda; Pereira et al. (2010), de 757 kg ha⁻¹ na CNPA G3; e Perin et al. (2010), de 842,43 kg ha⁻¹.

Tabela 2 - Valores do teste de média para peso de mil sementes, número de frutos por planta e rendimento de grãos das cultivares de gergelim. Mossoró, UFRS, 2016.

Peso de mil sementes (g)			
Época de cultivo	Cultivares		
	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4
I	3,25aB	3,00aB	3,00aB
II	4,50bA	5,25aA	5,25aA
Número de fruto por planta			
Época de cultivo	Cultivares		
	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4
I	104,02cB	119,94bA	145,50aA
II	114,25aA	106,00aB	96,00bB
Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)			
Época de cultivo	Cultivares		
	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4
I	867,00bA	951,00bA	1375,75aA
II	875,75abA	740,00bB	915,25aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

Independentemente da época de cultivo, as cultivares apresentaram crescimento lento até os 35 DAS, sendo que, para a época I, o crescimento intensificou-se até 91 DAS e, para a época II, até 77 DAS.

Para as duas épocas de cultivo, a cultivar CNPA G4 mostrou resposta superior à das cultivares estudadas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; PAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 328 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.
- AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 25-33. 2008.
- ARAÚJO, A. C.; ALOUFA, M. A. I.; SILVA, A. J. N. S.; COSTA, A. A.; SANTOS, I. S. Análise não destrutiva de crescimento do gergelim consorciado com feijão caupi em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 259-268. 2014.
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J.; FIDELES FILHO, J. Análise do crescimento com estimativa da respiração do gergelim em duas configurações de plantio. Cultivar CNPA G3. **Campina Grande**. 1994.
- BEZERRA, J. R. C. **Crescimento, Desenvolvimento e Rentabilidade do Algodoeiro BRS 200 ó Marron, Irrigado**. 2007. 88f. Tese (Recursos Naturais). Centro de Tecnologias e Recursos Naturais. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, PB. 2007.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p. 1992.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 121 p. (Coleção Mossoroense, C. 30). 1991.
- CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; BRUGNERA, A.; LOPES, P. V. L. Índices fisiológicos de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da bahia. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, vol.7, n.13; p. 663-679. 2011.
- EMBRAPA ó EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de pesquisa do solo. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Serviço de produção de informação, 412p. 1999.
- FAVARIN, J. L.; DOURADO, D. N. VILA NOVA, N. A.; AXEL, G. Equações para estimativas do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773. 2002.
- FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR: sistema de análise de variância**. Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras, DEX/UFLA. 2003.
- GRILO JUNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS seda na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **HOLOS**, Ano 29, vol 2. 2013.

GRILO JUNIOR, A. S. **Avaliação dos benefícios socioeconômicos e ambientais no cultivo do gergelim irrigado no assentamento de Canudos, em Ceará-Mirim (RN)**. 2013. 77f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2013.

INSTITUTO AGRÔNOMICO DE PERNAMBUCO (IPA). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3.ed. revisada. 2008.

MAIA FILHO, F. C. F.; PEREIRA, R. F.; COSTA, C. P. M.; CAVALCANTE, S. N.; LIMA, A. S.; MESQUITA, E. F. Crescimento e fisiologia do gergelim -BRS Sedaø sob cultivo orgânico. **Revista ACSA**. v. 9, n. 4, p. 06-14. 2013.

MISGANAW, M.; MEKBIB, F.; WAKJIRA, A. Genotype x environment interaction on sesame (*Sesamum indicum* L.) seed yield. **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 21, p. 2226-2239. 2015.

OLIVEIRA, L. E. M. de. MESQUITA, A. C., FREITAS, R. B. de. ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS. **Apostila**. Universidade Federal de Lavras Departamento de Biologia Setor de Fisiologia Vegetal. Lavras. 2002.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. ANÁLISE QUANTITATIVA DO CRESCIMENTO DE PLANTAS: Conceitos e Prática. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer** - Goiânia, vol. 7, n. 13; p. 51-76. 2011.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; RODRIGUES, A. C. P.; FILHO, A. L. M.; KLAR, A. E. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga, Botucatu**, v. 15, n. 1, p. 98-110. 2010.

PERIN, A.; CRUVINEL, J.D.; SILVA, W.J. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.1, p. 93-98. 2010.

RAIKWAR, R. S.; SRIVASTVA, P. Productivity enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) through improved production technologies. **African Journal of Agricultural Research**. v. 8, n.47, p. 6073-6078. 2013.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas** - mensuração do crescimento. Belém, CPATU, 35p. 1978.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do; SANTOS, J. W. dos. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 8, n.1. 2004.

SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. A.; LIMA, C. L. D. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 599-608. 2002.

SILVA, J. C. A.; FERNANDES, P. D.; BEZERRA, J. R. C.; ARRIEL, N. H. C.; CARDOSO, G. D. Crescimento e produção de genótipos de gergelim em função de lâminas de irrigação.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 4086416. 2014.

SILVA, J. C. A. da. **Crescimento e produção de genótipos de gergelim (*Sesamum indicum* L.) em função de laminas de irrigação**. 2012. 144f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. 2012.

SILVA, L. C.; SANTOS, J. W. dos; VIEIRA, D. J.; BELTRÃO, N. E. de M.; ALVES, I.; JERÔNIMO, J. F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosa**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 1, p. 491-495. 2002.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

SYSTAT SOFTWARE. **Table curve 2D and 3D**. San Jose: MMIV Systat Software Inc., 2002.

VIEIRA, D. J.; BELTRAO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P.; NOBREGA, L. B.; COSTA, L. B.; ARAUJO, J. D. Analise do crescimento do gergelim nos cariris velhos da Paraíba: efeito de cultivares e de configurações de plantio. **Folhetos**. Embrapa Algodão. Comunicado Técnico. 1997.

CAPÍTULO II

ACÚMULO DE NUTRIENTES EM CULTIVARES DE GERGELIM EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO

A quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas são funções de características intrínsecas do vegetal e também dos fatores externos. Em uma espécie, a capacidade em retirar os nutrientes do solo e as quantidades requeridas variam com a cultivar, competição existente e variações nos fatores ambientais, influenciando na disponibilidade dos nutrientes e a absorção destes pelas raízes e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes de cultivares de gergelim em duas épocas de cultivo nas condições de Mossoró-RN. Foram instalados dois experimentos na Horta Didática da UFERSA, sendo a primeira época de cultivo no período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 e o segundo de abril a julho de 2015. O delineamento experimental em cada experimento foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas onde as parcelas foram representadas pelas cultivares de gergelim: CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 e as subparcelas consistiram das épocas de coleta, sendo a primeira realizada 21 dias após a semeadura (DAS) e as seguintes em intervalos de 14 dias (35, 49, 63, 77, 91 e 105 DAS). As plantas da área útil foram coletadas e separadas conforme a época, em caule, folhas e frutos. As características avaliadas foram: acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em cada época de coleta, além do acúmulo total na planta no final do cultivo. A homogeneidade das variâncias foi aceita para as variáveis de acúmulo de nitrogênio na planta, parte vegetativa e frutos, fósforo na planta e para potássio na planta, parte vegetativa e frutos, possibilitando a realização da análise conjunta dos experimentos, exceto para fósforo na parte vegetativa e frutos, onde se discutiu épocas de cultivo separadamente. Concluiu-se que o acúmulo total de nutrientes ao final do ciclo obedeceu a seguinte ordem decrescente: $N > K > P$ nas duas épocas de cultivo, onde período de maior demanda de nutrientes ocorreu entre 77 e 105 DAS. Em relação as cultivares, a CNPA G3 obteve maiores acúmulos na época I, enquanto que a CNPA G4 na época II.

Palavras-chave: *Sesamum indicum* L. Macronutrientes. Época de coleta.

ABSTRACT

The amount and the proportionality of nutrients absorbed by plants are functions of intrinsic characteristics of the plant and also the external factors. In a species the ability to remove soil nutrients and the amounts required will vary with the cultivar, existing competition and changes in environmental factors influencing the the availability of nutrients and absorption of those roots and consequently the shoot growth. Thus, the purpose of this study was to evaluate the accumulation of sesame cultivars of nutrients in two cropping seasons in the conditions of Mossoró-RN. Thus, the purpose of this study was to evaluate the accumulation of sesame cultivars of nutrients in two cropping seasons in the conditions of Mossoró-RN. Two experiments were established in Horta Didactics at UFERSA, the first cultivation period from November 2014 to February 2015 and the second from April to July 2015. The experimental delineation in each study was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in split plot where each experimental plot was represented by sesame cultivars CNPA G2, CNPA G3 and CNPA G4 and the subplots consisted of the collect times, the first being held 21 days after sowing (DAS) and the following in every 14 days (35, 49, 63, 77, 91 and 105 DAS). The plants useful area were collected and separated according to the time in stem, leaves and fruit. The characteristics evaluated were: accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in each the epoch of collect, and the total accumulation in the plant at the end of cultivation. The homogeneity of variances was accepted for nitrogen accumulation variables in the plant, vegetative parts and fruits, phosphorus in the plant and potassium in the plant, vegetative parts and fruits, enabling the implementation of joint analysis of the experiments, except for phosphorus in the vegetative and fruit, where they discussed cropping seasons separately. It was concluded that the total accumulation of nutrients to the cycle of the final followed the decreasing order: N > K > P in the two growing seasons, where period of increased demand for nutrients occurred between 77 and 105 DAS. In relation to the cultivars, the CNPA G3 had higher accumulations at the time I, while the CNPA G4 at the time II.

Keywords: *Sesamum indicum* L. macronutrients. Harvest time.

1 INTRODUÇÃO

A produção de gergelim no Brasil se concentra principalmente no Nordeste do país, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia. Já na região Centro-Sul, no estado de São Paulo (CARVALHO et al., 2001). Essa cultura caracteriza-se por seu razoável nível de resistência às condições de baixa umidade e fertilidade do solo (ARRIEL et al., 2007). Apesar de o gergelim possuir alta adaptabilidade e fácil cultivo, a sua produtividade pode ser aumentada com o uso de cultivares mais produtivas e uso de manejo mais adequado para a cultura. A adubação é um dos assuntos mais discutidos e controvertidos dessa cultura, pois a correta adubação garante o aumento na produtividade e a rentabilidade das lavouras (NOBRE, 2007).

As necessidades nutricionais de uma planta são determinadas a partir das quantidades totais de nutrientes absorvidos. Diante disso, torna-se necessário salientar que a extração dos nutrientes do solo não ocorre de forma constante ao longo do ciclo de produção da cultura, porque a extração ocorre seguindo o crescimento da planta, sendo caracterizada por uma fase inicial de baixo crescimento e acúmulo de nutrientes. Já na fase seguinte, o crescimento da planta é acelerado com elevada taxa de acúmulo de nutrientes e, por último, uma estabilização no crescimento e também no acúmulo de nutrientes da planta, até completar o ciclo de produção. Durante a última fase, o acúmulo de alguns nutrientes pode ser estabilizado ou sofrer diminuição no acúmulo, devido às perdas de folhas senescentes, perda dos nutrientes da própria folha e translocação de nutrientes (BULL; CANTARELLA, 1993).

Assim, o conhecimento da quantidade acumulada de nutrientes pela planta durante os estádios de desenvolvimento fornece informações importantes que auxiliam no planejamento da adubação da cultura, podendo-se definir as épocas em que elas absorvem os nutrientes em maiores quantidades (FONTES; LIMA, 1993).

O acúmulo de nutrientes na cultura do gergelim é, em termos relativos, proporcional a sua produtividade média. É uma cultura esgotante para o solo, que necessita da disponibilidade de quantidades suficientes de nitrogênio, fósforo e potássio para obtenção de uma produtividade desejada (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Devido à perspectiva de exploração econômica, torna-se essencial o conhecimento do comportamento dos nutrientes nas plantas para uma melhor eficiência de absorção e utilização desses nutrientes (CORRÊA et al., 1995).

Estudos relacionados ao acúmulo de nutrientes na cultura de gergelim são de grande importância, devido à escassez de resultados de pesquisas na cultura sobre adubação e

nutrição, principalmente na região Nordeste do Brasil, os quais poderiam auxiliar na fertilização das plantas. Resultados verificados por Corrêa et al. (1995), trabalhando com o gergelim, cultivar Jori, constataram que a extração de nutrientes até 98 dias da emergência obedeceu à seguinte ordem: folha ($N > Ca > Mg > S > P$), caule ($K > Ca > N > Mg > S > P$) e fruto ($N > K > Ca > Mg > S > P$), e que a máxima extração de nutrientes ocorre aos 74 e 86 dias após a emergência das plantas.

Então, o objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes nas cultivares de gergelim (CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4) em duas épocas de cultivo, na região de Mossoró-RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos na Horta Didática do Departamento de Ciências Vegetais (DCV), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró-RN, nos períodos de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 (época I), e de abril a julho de 2015 (época II), situada a 5° 11' de latitude S e 37° 20' de longitude WGr e altitude de 18 m. Segundo classificação de Thornthwaite, o clima local é Dda ou seja, semiárido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano e, de acordo com Köppen é BSh seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Os dados meteorológicos médios do período da realização dos experimentos são apresentados na Figura 1. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Abrupto, textura areia franca (EMBRAPA, 1999).

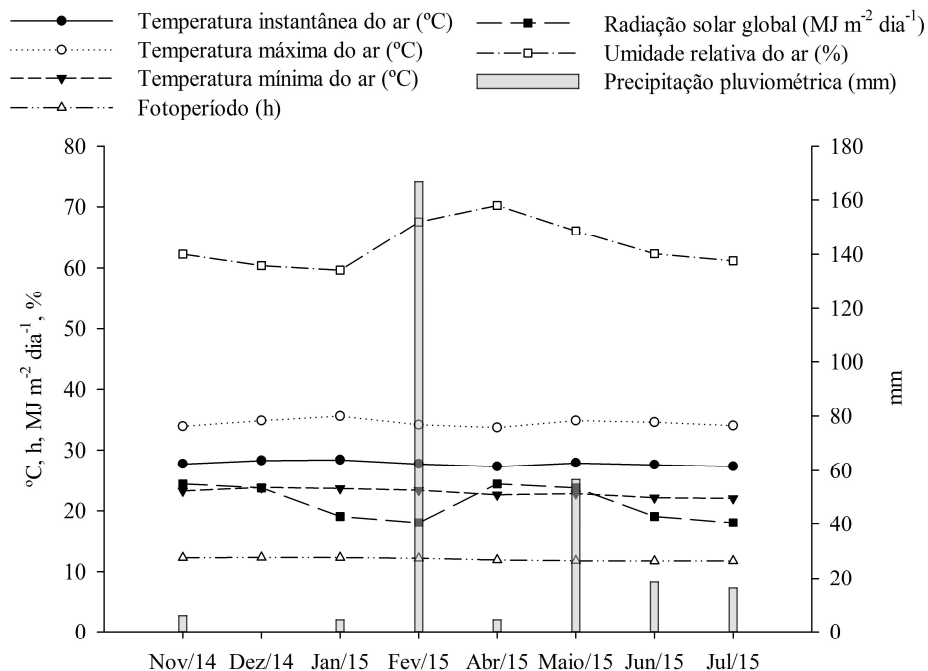


Figura 1 ó Valores médios de temperaturas (°C) instantâneas, máxima e mínima do ar, fotoperíodo (h), radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) em cada época de cultivo de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016. Fonte: Estação Meteorológica da UFERSA.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental, em cada experimento, foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, as quais foram representadas pelas cultivares de gergelim: CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4, e as subparcelas consistiram das épocas de coletas: 21, 35, 49, 63, 77, 91 e 105 dias após a semeadura (DAS). Cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de plantas de 3,0 x 2,4 m, totalizando em área de 7,2 m², considerando-se como área útil as duas fileiras centrais, excluindo-se as primeiras e as últimas plantas da fileira. O espaçamento entre plantas foi de 0,30 x 0,60 m, com duas plantas por cova, totalizando uma população de 111.111 plantas ha⁻¹.

2.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo constituiu de aração e gradagem. Da área experimental, foram coletadas amostras de solo com trado na profundidade de 0-20 cm, coletando amostras de solo no campo experimental em forma de Z, formando uma amostra composta, em seguida, homogeneizada e levada uma amostra simples para análise de solo em laboratório (Tabela 1). A adubação foi realizada de acordo com a recomendação de adubação para o estado de Pernambuco (IPA, 2008).

Tabela 1 ó Análises químicas do solo da área experimental. Mossoró, UFERSA, 2016.

Época	N	MO	K	P	Na	Ca	Mg	pH	CE dS/m
	g/kg	g/kg	----- mg/dm ³ -----			-cmol _c /dm ³ -			
I	0,98	14,11	181,04	197,09	98,05	4,88	0,37	7,90	0,17
II	1,23	15,60	155,20	201,95	39,50	5,22	1,55	7,75	0,09

A semeadura foi realizada manualmente com uma profundidade de 2 cm, o desbaste foi realizado 10 dias após a semeadura.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, colocando-se uma mangueira em cada fileira de plantio, com gotejadores do tipo autocompensante, espaçados de 0,30 m, com vazão média de 1,5 litro h⁻¹. As irrigações foram realizadas diariamente, e as lâminas determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998). O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente com enxadas nas parcelas.

2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Para as análises de teores e acúmulo de nutrientes, foi coletada uma planta da área útil de cada parcela referente à época de amostragem, sendo que, nas primeiras, foi necessário um número maior de plantas para obtenção de uma quantidade adequada de material. As plantas foram coletadas e separadas conforme a época, parte vegetativa (folhas + caule) e os frutos (juntamente com as sementes). As amostras foram lavadas em água corrente; água com detergente; água corrente e, por último, duas lavagens com água destilada (CORTEZ, 2014), removendo o excesso de água em papel toalha. As amostras foram condicionadas em sacos de papel, identificados e colocadas em estufa, para obtenção da massa seca, com temperatura de 65 °C. Em seguida, foram moídas e acondicionadas em recipientes fechados (FAQUIN, 2002).

Em função da massa seca das amostras, foi determinado o acúmulo de massa seca em cada época de coleta. Para determinação dos teores de N, P e K, foi realizada a digestão sulfúrica, sendo o nitrogênio quantificado pelo método semimicro Kjeldahl, fósforo por calorimetria e potássio por fotometria de emissão de chama (TEDESCO et al., 1995; FRANDOLOSO, 2012; ALVAREZ, 2001). Os resultados das análises forneceram as concentrações dos nutrientes e, para se determinar a quantidade destes acumulados em cada fração da planta, foi multiplicada a concentração pela massa seca da referida fração, sendo representados o acúmulo na planta, parte vegetativa e frutos. Para cálculo das quantidades de nutrientes acumulados pela cultura (kg ha^{-1}) aos 105 DAS, multiplicaram-se os valores de acúmulo obtidos por planta pela densidade populacional de 111.111 plantas ha^{-1} (GALATI, 2010).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Realizaram-se análises de variância das épocas de cultivo isoladamente para todas as características avaliadas, através do aplicativo SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2003). Observada a homogeneidade das variâncias entre as épocas de cultivo, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características, considerando-se a época de cultivo como um novo fator. Para o acúmulo de nutrientes em kg ha^{-1} , considerou-se o final do ciclo de produção, não sendo consideradas as subparcelas (épocas de coleta). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito através do programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE, 2002), com gráficos elaborados

no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey ($p < 0,05$) foi empregado para comparar as médias referentes entre as cultivares e cada época de cultivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A homogeneidade das variâncias foi aceita para as variáveis avaliadas de acúmulo de nitrogênio na planta, parte vegetativa e frutos, fósforo na planta e potássio na planta, parte vegetativa e frutos, possibilitando, assim, a realização da análise conjunta dos experimentos, ocorrendo interação tripla para tais características. Para o acúmulo de fósforo na parte vegetativa e nos frutos, foi realizada análise univariada de cada época de cultivo separadamente.

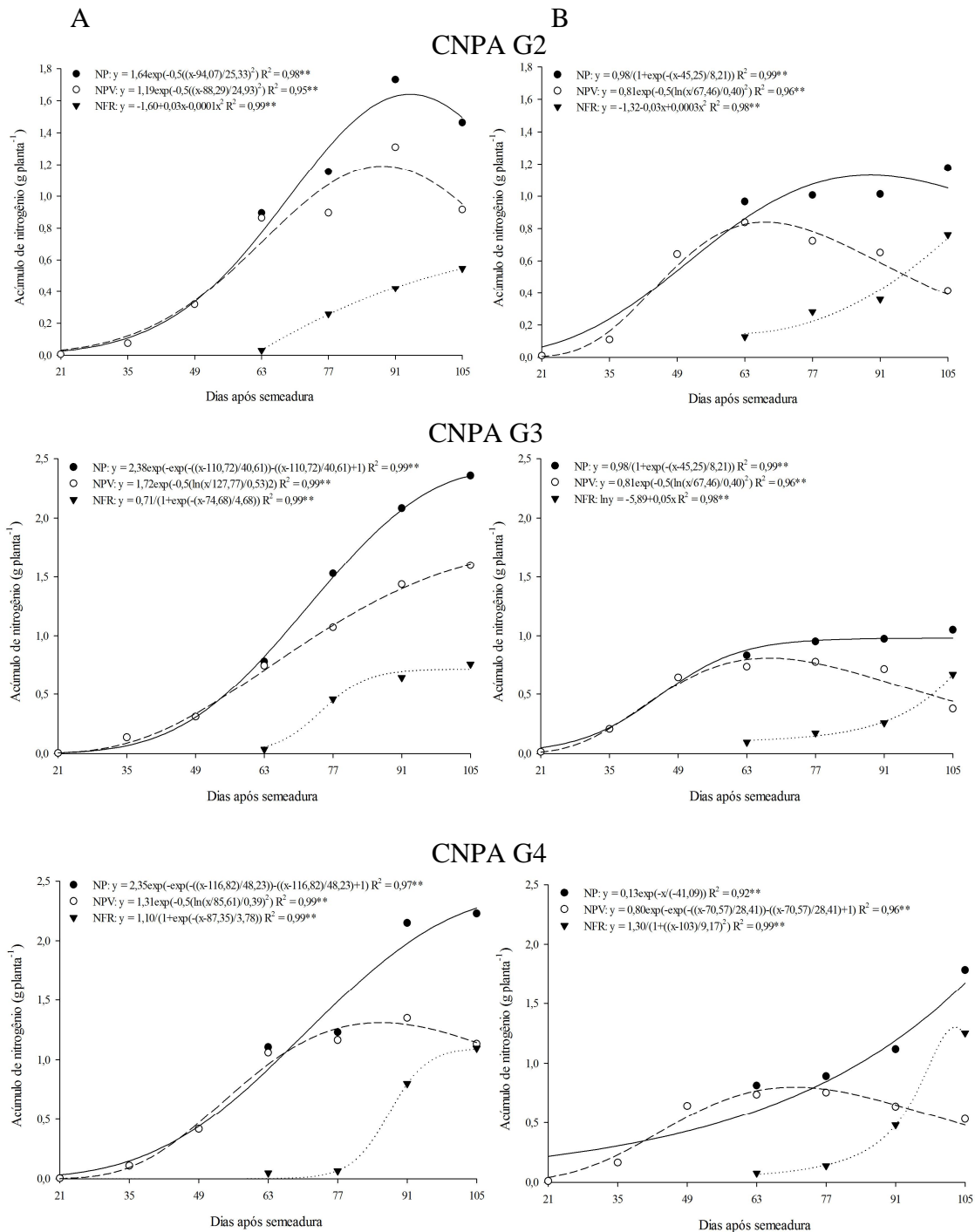
A produtividade verificada para as três cultivares foi de 867 t ha⁻¹, 951 t ha⁻¹ e 1375 t ha⁻¹, na época I, e de 875 t ha⁻¹, 740 t ha⁻¹ e 915 t ha⁻¹, na época II, para as cultivares CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4, respectivamente. Pôde-se observar que a cultivar CNPA G4 se sobressaiu das demais nas duas épocas de cultivo. Por ter sido lançada posteriormente às demais, confirma-se possivelmente a superioridade com características melhoradas. Na época I, a produtividade das cultivares foi maior, exceto para a cultivar CNPA G2, onde não foi verificado diferença estatística entre as épocas de cultivo.

O acúmulo de nitrogênio foi lento no início do desenvolvimento e intensificou-se a partir dos 35 DAS. O acúmulo na planta obteve máximos estimados aos 105 DAS de 2,36 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G3, na época I, e 1,75 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G4 na época II (Figura 2). Na parte vegetativa, foram verificados máximos de 1,60 g planta⁻¹ aos 105 DAS na cultivar CNPA G3 na época I e de 0,84 g planta⁻¹ aos 67 DAS na cultivar CNPA G2 na época II (Figura 2). Já nos frutos, o acúmulo foi crescente até os 105 DAS, sendo que a cultivar CNPA G4 obteve maiores acúmulos nas duas épocas de cultivo, de 1,09 (época I) e 1,30 g planta⁻¹ (época II) (Figura 2).

Os resultados se assemelharam ao verificado por Arriel et al. (2007), ao relatarem um desenvolvimento lento até o trigésimo dia após o plantio e, a partir daí os requerimentos da planta crescem rapidamente, alcançando uma demanda máxima aos 74 dias. Bascones e Ritas (1961), estudando a cultivar de gergelim Aceiteira na Venezuela, encontraram maiores taxas de acúmulo entre 45 e 70 dias da emergência, onde os frutos têm um período mais curto de aproximadamente 15 dias. O nitrogênio é responsável pelo desenvolvimento da parte vegetativa da planta, onde, na maioria das culturas, é o mineral mais exigido, com teores que variam de 2 a 5% da matéria seca (MALAVOLTA, 2006; FAQUIN, 2002). A partir do desenvolvimento dos frutos, o nitrogênio é translocado para estes, explicando o acúmulo máximo entre 60 e 80 DAS na maioria das cultivares na parte vegetativa.

Em relação às cultivares, observou-se diferença a partir dos 35 DAS, onde o acúmulo máximo na planta foi verificado na cultivar CNPA G3 de 2,35 g planta⁻¹, na época I, e, na CNPA G4, de 1,78 g planta⁻¹, na época II, ambas aos 105 DAS. Na parte vegetativa, o acúmulo máximo foi verificado, na cultivar CNPA G3, 1,59 g planta⁻¹ aos 105 DAS, na época I, e de 0,77 g planta⁻¹ aos 77 DAS na época II. Nos frutos, o máximo foi verificado na cultivar CNPA G4 de 1,09 g planta⁻¹, na época I, e 1,25 g planta⁻¹ na época II. A diminuição do acúmulo, ao final do ciclo na parte vegetativa, na época II, pode ter sido ocasionada pela redistribuição do nutriente para outro órgão da planta, como para os órgãos reprodutivos. Esses valores ficaram próximos aos obtidos por Santos et al. (1982), estudando a cultivar de gergelim na Venezuela, encontraram acúmulo na parte vegetativa de 2,45 g planta⁻¹ e no fruto de 1,93 g planta⁻¹.

A época de cultivo que obteve maior acúmulo de nitrogênio foi na época I para o acúmulo na planta e na parte vegetativa. O menor acúmulo de nitrogênio, na época II, na planta e na parte vegetativa, pode ter sido ocasionado pela maior precipitação pluviométrica durante o ciclo, o que provavelmente causou a lixiviação do nutriente no solo. Já nos frutos, os maiores acúmulos foram obtidos na época II, exceto na cultivar CNPA G3.



NP: Nitrogênio na planta;
 NPV: Nitrogênio na parte vegetativa;
 NFR: Nitrogênio nos frutos.

Figura 2 - Acúmulo de nitrogênio em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

O acúmulo de fósforo na planta foi lento no início do desenvolvimento, intensificando-se a partir dos 49 DAS. O acúmulo na planta obteve máximos estimados aos 105 DAS de 0,18 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G3, na época I, e 0,41 g planta⁻¹ na cultivar

CNPA G4 na época II (Figura 3). A cultura do gergelim absorve fósforo em quantidades menores até o trigésimo dia após o plantio, porém aumenta posteriormente o acúmulo com demanda máxima entre 60 e 90 dias (ARRIEL et al., 2007).

Em relação às cultivares, observou-se diferença a partir dos 63 DAS, na época I, e dos 35 DAS, na época II, onde o acúmulo máximo na planta foi verificado na cultivar CNPA G3 de $0,19 \text{ g planta}^{-1}$, na época I, e na CNPA G4 de $0,40 \text{ g planta}^{-1}$ na época II, ambas aos 105 DAS. Resultados semelhantes durante a época chuvosa foram verificados por Santos et al. (1982), com acúmulos máximos de $0,49 \text{ g planta}^{-1}$ na parte vegetativa, demonstrando a disponibilidade de fósforo até o fim do ciclo acompanhado do acúmulo. Para a época de cultivo, o maior acúmulo de fósforo na planta ocorreu na época II, podendo ter sido ocasionada pela maior disponibilidade hídrica que influencia a difusão do fósforo no solo, podendo beneficiar no suprimento as raízes e a absorção pelas plantas.

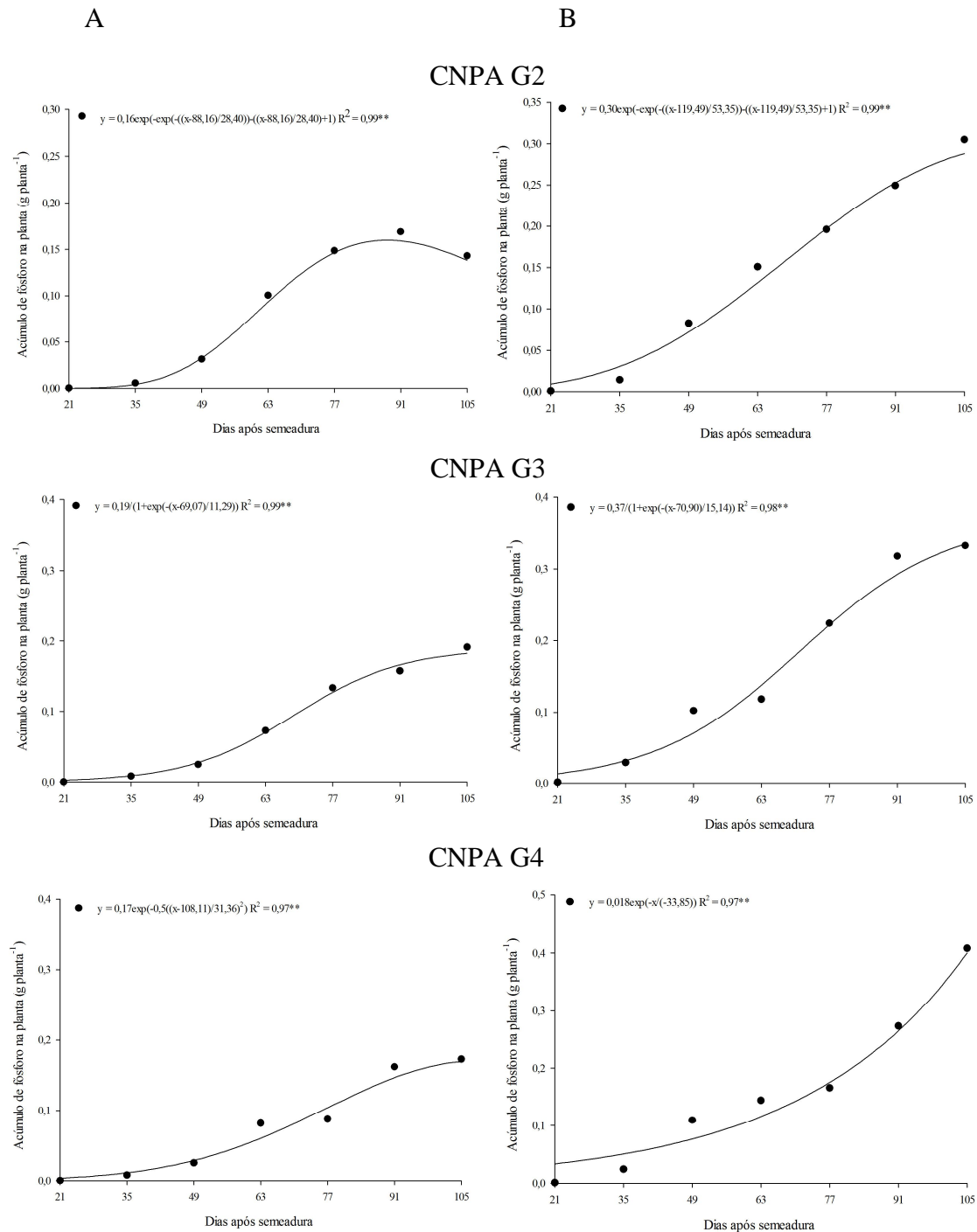


Figura 3 - Acúmulo de fósforo na planta em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Em relação ao acúmulo de fósforo na parte vegetativa e nos frutos, as pressuposições da análise conjunta não foram atendidas, discutidas as épocas individualmente. O acúmulo de fósforo na parte vegetativa na época I foi crescente desde o início das épocas de amostragem, intensificando-se aos 35 DAS, com acúmulos máximos aos 84 DAS na cultivar CNPA G2 e

aos 105 DAS nas cultivares CNPA G3 e CNPA G4, com acúmulos máximos de $0,13 \text{ g planta}^{-1}$ para as três cultivares (Figura 4). Confirmando com o verificado por Arriel et al. (2007), a cultura do gergelim absorve fósforo em quantidades menores até o trigésimo dia após o plantio, sendo que, o acúmulo aumenta posteriormente, com demanda máxima entre 60 e 90 dias. Já o acúmulo de fósforo nos frutos foi crescente durante o desenvolvimento dos frutos, com acúmulo máximo aos 105 DAS ($0,04 \text{ g planta}^{-1}$) nas cultivares CNPA G2 e CNPA G3 e aos 99 DAS ($0,05 \text{ g planta}^{-1}$) na cultivar CNPA G4 (Figura 4).

Em relação ao desdobramento das cultivares dentro de cada época de cultivo na época I, verificou-se diferença estatística a partir dos 49 DAS, com acúmulo máximo de $0,14 \text{ g planta}^{-1}$ aos 105 DAS na cultivar CNPA G3. O acúmulo nos frutos diferenciou-se estatisticamente entre as cultivares, onde a cultivar CNPA G3 obteve maior média em relação às outras, de $0,04 \text{ g planta}^{-1}$ aos 105 DAS, seguida da CNPA G2 e CNPA G3, ambas de $0,03 \text{ g planta}^{-1}$ aos 105 DAS.

O fósforo é um nutriente bastante requerido nos frutos, pois ele ajuda na regulação da atividade enzimática, síntese de sacarose, fosfolipídeos e celulose, além da liberação de energia do ATP (MALAVOLTA, 2008).

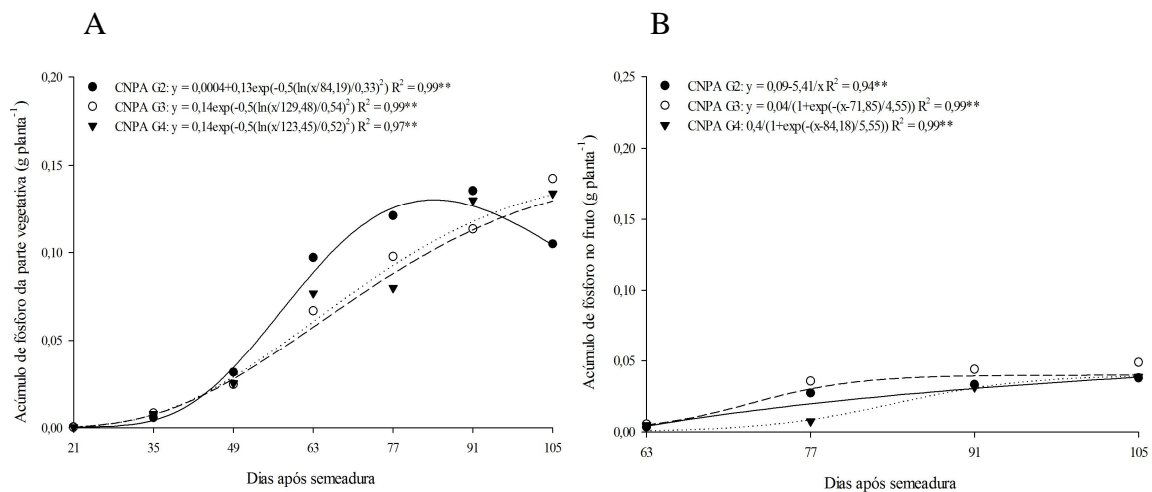


Figura 4 - Acúmulo de fósforo da parte vegetativa (A) e nos frutos (B) em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época I. Mossoró, UFERSA, 2016.

O acúmulo de fósforo na parte vegetativa, na época II, foi crescente desde o início do ciclo, com valores máximos aos 88 DAS na cultivar CNPA G2 ($0,14 \text{ g planta}^{-1}$) e aos 105 DAS na CNPA G3 ($0,19 \text{ g planta}^{-1}$) e CNPA G4 ($0,18 \text{ g planta}^{-1}$) (Figura 5). Para o acúmulo nos frutos, foi crescente até o fim do ciclo para todas as cultivares, com acúmulo máximo de

0,16; 0,15 e 0,22 g planta⁻¹ respectivamente nas cultivares CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 (Figura 5). Arriel et al. (2007) relatam uma demanda de fósforo em quantidades menores até o trigésimo dia após o plantio, mas a partir daí, aumenta o acúmulo com demanda máxima entre 60 e 90 dias.

Para as cultivares, o acúmulo de fósforo na parte vegetativa, na época II, verificou-se diferença estatística entre as cultivares na maioria das épocas de amostragem, onde a cultivar CNPA G3 se sobressaiu das demais, com acúmulo máximo de 0,20 g planta⁻¹ aos 91 DAS, enquanto as cultivares CNPA G2 e CNPA G4 obtiveram acúmulo máximo de 0,14 e 0,18 g planta⁻¹ respectivamente aos 105 DAS. Demonstrando uma maior capacidade de acúmulo da cultivar CNPA G3. Em relação ao acúmulo de fósforo nos frutos, verificou-se diferença significativa até o fim do ciclo, onde a cultivar CNPA G4 obteve maior acúmulo entre as demais, de 0,22 g planta⁻¹ aos 105 DAS, seguido da CNPA G2 de 0,16 g planta⁻¹ e CNPA G3 com acúmulo máximo de 0,15 g planta⁻¹ aos 105 DAS (Tabela 6).

O fósforo destaca-se por ser um dos nutrientes mais importantes para as plantas, devido a todos os processos metabólicos que envolvam gasto de energia estarem ligados com esse nutriente, desde a absorção de nutrientes até a formação dos diferentes órgãos (FRANDOLOSO, 2010). Isso demonstra que o fósforo é importante para um adequado funcionamento da planta, e que a exigência por esse nutriente, apesar de acúmulo baixo pelas plantas, é necessário praticamente durante todo o ciclo.

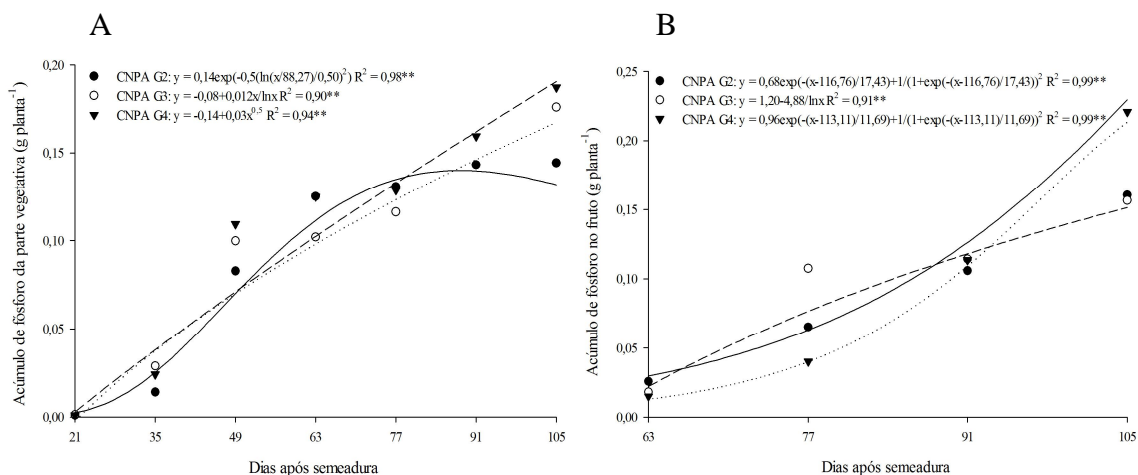


Figura 5 - Acúmulo de fósforo da parte vegetativa (A) e nos frutos (B) em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim na época II. Mossoró, UFERSA, 2016.

O acúmulo de potássio na planta foi lento no início do desenvolvimento da cultura, intensificando-se a partir dos 35 DAS. O acúmulo na planta obteve máximos estimados aos 105 DAS de 2,27 g planta⁻¹ na cultivar CNPA G3, na época I, e 1,17 g planta⁻¹ na cultivar

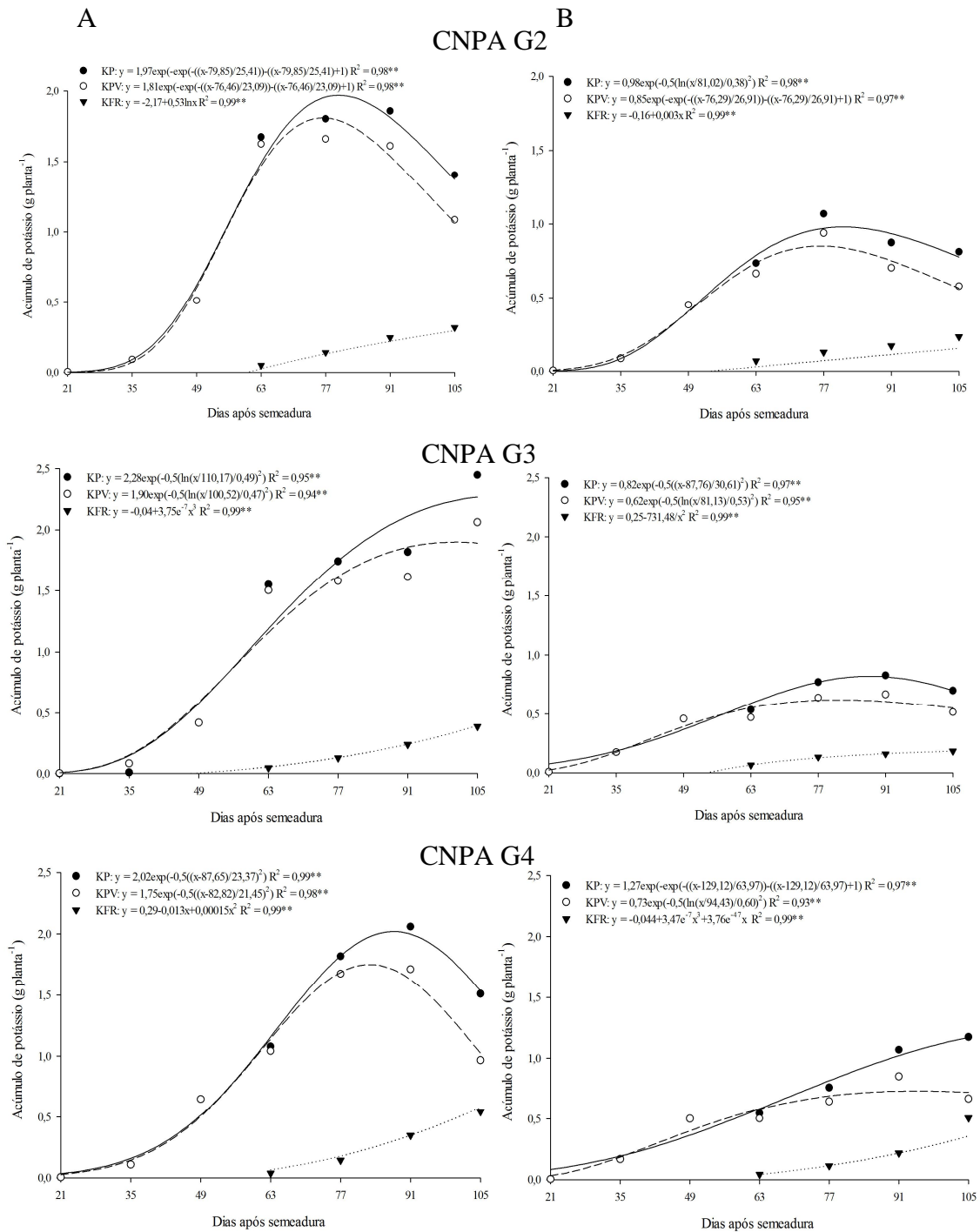
CNPA G4 na época II (Figura 6). Em relação à parte vegetativa da planta, foram verificados máximos de $1,90 \text{ g planta}^{-1}$ aos 100 DAS na cultivar CNPA G3, na época I, e de $0,85 \text{ g planta}^{-1}$ aos 76 DAS na cultivar CNPA G2 na época II (Figura 6). O acúmulo de potássio nos frutos foi crescente até os 105 DAS, onde a cultivar CNPA G4 obteve maiores acúmulos nas duas épocas de cultivo, de $0,54$ (época I) e $0,50$ (época II) g planta^{-1} (Figura 6).

O potássio exerce papel fundamental no crescimento, na conformação e qualidade do fruto. Com isso, para obter-se uma maior produtividade, faz-se necessário que o solo tenha quantidades adequadas e disponíveis para proporcionar um suprimento apropriado para a planta, confirmando um acúmulo desse nutriente até o final do ciclo. A demanda de potássio nos frutos possivelmente ocasionou uma diminuição no acúmulo da parte vegetativa no final do ciclo (AQUINO et al., 1993). Segundo Arriel et al. (2007), o potássio é o nutriente mais requerido da cultura, absorvendo pouco este nutriente até 30 dias após o plantio, porém a partir dos 35 dias a demanda da planta cresce muito, crescendo até o final do ciclo.

Em relação às cultivares, observou-se diferença a partir dos 49 DAS, onde o acúmulo máximo na planta foi de $2,44 \text{ g planta}^{-1}$ na cultivar CNPA G3, na época I, e de $1,17 \text{ g planta}^{-1}$ na CNPA G4 na época II, ambas aos 105 DAS. Na parte vegetativa, o acúmulo máximo foi verificado na cultivar CNPA G3 de $2,06 \text{ g planta}^{-1}$ aos 105 DAS, na época I, e na CNPA G2 de $0,93 \text{ g planta}^{-1}$ aos 77 DAS na época II. Para os frutos, o máximo foi verificado na cultivar CNPA G4 de $0,54 \text{ g planta}^{-1}$, na época I, e $0,50 \text{ g planta}^{-1}$ na época II. A diminuição do acúmulo a partir dos 77 DAS na parte vegetativa, na época II, possivelmente foi ocasionada pela redistribuição do nutriente para outro órgão da planta, como para os órgãos reprodutivos.

O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, porém interage com quase todos os nutrientes essenciais à planta e desempenha importantes funções na planta, como na fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos, uso eficiente da água, dentre outros, sendo fundamental ao crescimento e produção da planta (DIAS, 2012).

A época de cultivo que obteve maior acúmulo de potássio foi na época I. O menor acúmulo de potássio, na época II, possivelmente pode ter sido ocasionado pela maior precipitação pluviométrica durante o ciclo, com aumento da umidade do solo, podendo causar a diminuição do acúmulo do potássio, seja devido a um decréscimo da concentração do nutriente prontamente disponível as plantas, a redução da disponibilidade deste, a deficiência de arejamento ou a outra causa qualquer.



KP: Potássio na planta;
 KPV: Potássio na parte vegetativa;
 KFR: Potássio nos frutos.

Figura 6 - Acúmulo de potássio em relação às épocas de coletas das cultivares de gergelim CNPA G2, CNPA G3 e CNPA G4 na época I (A) e época II (B). Mossoró, UFERSA, 2016.

Em relação ao acúmulo final de nutrientes da cultura do gergelim em kg ha^{-1} , a homogeneidade das variâncias foi aceita para as variáveis avaliadas de nitrogênio e potássio, possibilitando, assim, a realização da análise conjunta dos experimentos, ocorrendo interação

entre a época de cultivo e cultivares para tais características. Para o fósforo, foi realizada análise univariada de cada época de cultivo separadamente.

Considerando a população de 111.111 plantas por hectare, o acúmulo de nitrogênio, no final do ciclo de cultivo, foi maior na cultivar CNPA G3 de 261,96 kg ha⁻¹, na época I, enquanto na época II, foi na CNPA G4 de 198,23 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Em relação à época de cultivo, a época I obteve maior acúmulo de nitrogênio na planta, possivelmente à disponibilidade do nutriente pode ter sido maior naquela época (época seca) do que na época II. Onde à maior precipitação pluviométrica durante o ciclo (época II) pode ter ocasionado a lixiviação do nutriente no solo. Observou-se, ainda, que o acúmulo de nitrogênio foi maior na época em que as cultivares atingiram maior produtividade, pois demonstrou uma resposta positiva das cultivares na época seca, sob irrigação.

Para o acúmulo de potássio no final do ciclo de cultivo foi maior na cultivar CNPA G3 de 272,14 kg ha⁻¹, na época I, enquanto na época II, foi na CNPA G4 de 130,50 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Em relação à época de cultivo, a época I obteve maior acúmulo de potássio na planta, coincidindo com a época mais produtiva, possivelmente ocasionada também pela maior precipitação na época II, devido o aumento da umidade do solo poder ocasionar na diminuição do acúmulo do potássio nas plantas.

Tabela 2 - Valores do teste de média para o acúmulo de nitrogênio e potássio no final do ciclo em kg ha⁻¹ das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

Nitrogênio (kg ha⁻¹)			
Época de cultivo	Cultivares		
	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4
I	162,54cA	261,96aA	247,67bA
II	130,70bB	116,72cB	198,23aB
Potássio (kg ha⁻¹)			
Época de cultivo	Cultivares		
	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4
I	156,03cA	272,14aA	167,70bA
II	90,16bB	77,64bB	130,50aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao acúmulo ao final do ciclo das cultivares de gergelim para o fósforo, as pressuposições da análise conjunta não foram atendidas, sendo discutidas as épocas individualmente. Para a época I, a cultivar CNPA G3 sobressaiu-se com 21,26 kg ha⁻¹, mostrando uma maior eficiência de acúmulo de fósforo dessa cultivar, seguidos, respectivamente, pela CNPA G4 e CNPA G2 (Tabela 3). Na época II, a cultivar CNPA G4 obteve um maior acúmulo no final do ciclo de fósforo de 45,36 kg ha⁻¹, coincidindo com a cultivar mais produtiva, as demais não diferenciaram entre si (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores do teste de média para o acúmulo de fósforo no final do ciclo em kg ha⁻¹ das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

Cultivar	Fósforo (kg ha⁻¹)	
	Época I	Época II
CNPA G2	15,89c	33,87b
CNPA G3	21,26a	36,95b
CNPA G4	19,21b	45,36a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

O acúmulo total de nutrientes, ao final do ciclo, obedeceu à seguinte ordem decrescente: $N > K > P$ nas duas épocas de cultivo.

O período de maior demanda de nutrientes ocorreu entre 77 e 105 DAS.

Em relação às cultivares, a CNPA G3 obteve maiores acúmulos na época I, enquanto que a CNPA G4 na época II.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; PAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 328 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.
- ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, J. R. E. S.; SOUZA, R. B.; FONSECA, C. A. **Métodos de análise de enxofre em solos e plantas**. Editora UFV: Viçosa, 131p. 2001.
- AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHOA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. 248p. Fortaleza: UFC. 1993.
- ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. T. BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. **A cultura do gergelim**. Embrapa Informação Tecnológica - Coleção Plantar. 72 p. 2007.
- BASCONES, L.; RITAS, J. L. La nutrición mineral del ajonjolí. I. Extracción total de nutrientes. **Agronomía Tropical**, v. 11, n. 2, p. 93-101. 1961.
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. EMBRAPA Algodão (Campina Grande-PB) - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 348p. 2001.
- BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 301p. 1993.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 121 p. (Coleção Mossoroense, C. 30). 1991.
- CARVALHO, P. G. B.; BORGHETTI, F.; BUCKERIDGE, M. S.; MORHI, L.; FERREIRA FILHO, E. X. Temperature-dependent germination and endomannase activity in sesame seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Lavras, v. 13, n. 2, p.139-148. 2001.
- CORRÊA, M. J. P.; SANTOS, R. A.; FERNANDES, V. L. B.; ALMEIDA, F. C. G. Acumulação de macronutrientes (NPK) pela cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) cv. JORI. **Ciência Agrônômica**, v. 26, n. 1/2. 1995.
- CORTEZ, J. W. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T. Crecimiento, acumulación de macronutrientes y producción de melón cantaloupe y amarillo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 72 ó 82. 2014.
- DIAS, J. S.; NEVES, I; SILVEIRA, V. H. **Nutrientes do que as plantas precisam?** UNIFERTIL. 2012.

EMBRAPA ó EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de pesquisa do solo. Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Serviço de produção de informação, 412p. 1999.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 77 p. Curso de Pós-Graduação oLato Sensuö (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. 2002.

FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR: sistema de análise de variância.** Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras, DEX/UFLA. 2003.

FONTES R. R.; LIMA J. A. **Nutrição mineral e adubação do pepino e da abóbora.** In: FERREIRA ME; CASTELLANE PD; CRUZ MCP. Nutrição e adubação de hortaliças. Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, Jaboticabal-SP: Potafós. p.281-300. 1993.

FRANDOLOSO, J. F. **Acúmulo de nutrientes e crescimento do pinhão manso no oeste do Paraná.** 2012. 79p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon. 2012.

FRANDOLOSO, J. F.; CARMO LANA, M.; FONTANIVA, S.; VIANEY CZYCZA, R. Eficiência de Adubos fosfatados associados a enxofre elementar na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 686-694. 2010.

GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro -Santa Cruz 47a** 2010. 26 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2010.

INSTITUTO AGRNÔMICO DE PERNAMBUCO (IPA). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação.** 3.ed. revisada. 2008.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas, tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agronômicas**, n. 121, p. 1-10, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** 638º. Editora Agronômica Ceres ó São Paulo. 2006.

NOBRE, J. G. A. **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em argissolo vermelho-amarelo.** 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2007.

SANTOS, R. A.; HAAG, H. P.; MINAMI, K. Nutrição mineral do gergelim (*Sesamum indicum* L.) - concentração e acumulo de macronutrientes em condições de campo. **Anais da E.S.A. oLuiz de Queirozö.** Volume XXXIX. 1982.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0.** San Jose: Systat Software Inc., 2011.

SYSTAT SOFTWARE. **Table curve 2D and 3D.** San Jose: MMIV Systat Software Inc., 2002.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J.
Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. (Boletim técnico, 5). 1995.

APÊNDICE

Tabela 1A - Valores de δF_0 para as variáveis altura (A), diâmetro (D), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) de cultivares gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	A	D	AF	IAF
		F			
Blocos (Cultivo)	6	0,27 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Cultivo	1	21,75 ^{**}	23,81 ^{**}	997,77 ^{**}	991,06 ^{**}
Cultivar	2	44,63 ^{**}	8,46 [*]	64,98 ^{**}	64,66 ^{**}
Cultivar*Cultivo	2	1,93 ^{ns}	74,26 ^{**}	35,32 ^{**}	34,96 ^{**}
Época de coleta	6	3335,05 ^{**}	2062,82 ^{**}	1368,50 ^{**}	1378,21 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	18,04 ^{**}	13,18 ^{**}	20,39 ^{**}	20,48 ^{**}
Época de coleta*Cultivo	6	28,12 ^{**}	27,44 ^{**}	325,55 ^{**}	327,86 ^{**}
Época de coleta*Cultivar*Cultivo	12	4,12 ^{**}	27,58 ^{**}	18,58 ^{**}	18,63 ^{**}
CV1 (%)		6,09	5,65	6,28	6,30
CV2 (%)		5,42	4,99	7,89	7,86
Média geral		1,28	14,58	2950,39	1,63

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 2A - Valores de σ^2 para as variáveis duração de área foliar (DAF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento de cultivo (TCC) de cultivares gergelim. Mossoró, UFRS, 2016.

FV	GL	F			
		DAF	RAF	TCA	TCC
Blocos (Cultivo)	6	1,43 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Cultivo	1	126,33 ^{**}	6,15 [*]	275,57 ^{**}	202,57 ^{**}
Cultivar	2	20,69 ^{**}	2,91 ^{ns}	135,94 ^{**}	26,05 ^{**}
Cultivar*Cultivo	2	12,06 ^{**}	15,05 ^{**}	40,85 ^{**}	2,39 ^{ns}
Época de coleta	6	643,76 ^{**}	328,02 ^{**}	315,72 ^{**}	3668,90 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	18,09 ^{**}	7,03 ^{**}	58,48 ^{**}	75,91 ^{**}
Época de coleta*Cultivo	6	210,61 ^{**}	11,05 ^{**}	56,86 ^{**}	169,31 ^{**}
Época de coleta*Cultivar*Cultivo	12	22,31 ^{**}	10,17 ^{**}	61,81 ^{**}	46,54 ^{**}
CV1 (%)		8,11	26,65	15,78	7,78
CV2 (%)		9,53	27,22	19,06	6,06
Média geral		0,02	180,76	1,24	0,0003

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 3A - Valores de δF para o acúmulo de massa seca do caule (MSC), fruto (MSFR) e planta (MSP) de cultivares gergelim. Mossoró, UFRSA, 2016.

FV	GL	MSC	MSP	GL	MSFR
		F			
Blocos (Cultivo)	6	0,40 ^{ns}	0,43 ^{ns}	6	2,57 ^{ns}
Cultivo	1	145,42 ^{**}	376,91 ^{**}	1	21,71 ^{**}
Cultivar	2	9,67 ^{**}	48,31 ^{**}	2	366,05 ^{**}
Cultivar*Cultivo	2	31,04 ^{**}	12,93 ^{**}	2	6,68 [*]
Época de coleta	6	1772,11 ^{**}	5741,07 ^{**}	3	1552,31 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	29,86 ^{**}	100,07 ^{**}	6	138,52 ^{**}
Época de coleta*Cultivo	6	40,74 ^{**}	174,77 ^{**}	3	9,03 ^{**}
Época de coleta*Cultivar*Cultivo	12	35,19 ^{**}	67,20 ^{**}	6	41,71 ^{**}
CV1 (%)		9,26	7,20		5,09
CV2 (%)		10,46	6,04		9,68
Média geral		23,18	46,17		18,97

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 4A - Valores de $\delta F\delta$ para o acúmulo de massa seca da folha de cultivares gergelim nas épocas I e II. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	Época I	Época II
		F	
Blocos (Cultivo)	3	0,02 ^{ns}	1,88 ^{ns}
Cultivar	2	2,89 ^{ns}	4,93 ^{**}
Época de coleta	6	683,71 ^{**}	913,48 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	9,43 ^{**}	8,36 ^{**}
CV1 (%)		15,77	6,66
CV2 (%)		11,31	6,83
Média geral		15,39	8,90

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 5A - Valores de $\delta F\delta$ para peso de mil sementes, número de frutos/planta e rendimento de grãos das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	Peso de mil sementes	Número de frutos/planta	Rendimento de grãos
Blocos (Cultivo)	6	4,50 ^{ns}	2,26 ^{ns}	1,63 ^{ns}
Cultivo	1	264,50 ^{**}	76,35 ^{**}	34,43 ^{**}
Cultivar	2	2,00 ^{ns}	11,32 ^{**}	26,00 ^{**}
Cultivar*Cultivo	2	8,00 ^{**}	72,97 ^{**}	12,96 ^{**}
CV (%)		7,14	4,35	9,66
Média geral		4,04	114,28	954,12

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 6A - Valores de $\delta^{15}N$ para as variáveis de nitrogênio na planta (NP), nitrogênio na parte vegetativa (NPV), nitrogênio nos frutos (NFR) das cultivares de gergelim. Mossoró, UFRS, 2016.

FV	GL	NP	NPV	GL	NFR
		F			F
Blocos (Cultivo)	6	0,95 ^{ns}	3,74 ^{ns}	6	0,92 ^{ns}
Cultivo	1	2122,98 ^{**}	10012,83 ^{**}	1	39,83 ^{**}
Cultivar	2	279,87 ^{**}	452,75 ^{**}	2	182,27 ^{**}
Cultivar*Cultivo	2	194,90 ^{**}	60,51 ^{**}	2	195,31 ^{**}
Época de coleta	6	8391,67 ^{**}	3766,77 ^{**}	3	4455,50 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	974,18 ^{**}	935,88 ^{**}	3	242,90 ^{**}
Época de coleta*Cultivo	6	125,30 ^{**}	43,21 ^{**}	6	373,26 ^{**}
Época de coleta*Cultivar*Cultivo	12	87,38 ^{**}	56,97 ^{**}	6	34,84 ^{**}
CV1 (%)		4,06	2,35		7,72
CV2 (%)		4,17	5,27		6,10
Média geral		0,83	0,60		0,41

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 7A - Valores de $\delta F\delta$ para as variáveis de fósforo na planta (PP) das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	PP
		F
Blocos (Cultivo)	6	2,53 ^{ns}
Cultivo	1	3214,46 ^{**}
Cultivar	2	13,76 ^{**}
Cultivar*Cultivo	2	39,82 ^{**}
Época de coleta	6	3535,52 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	329,78 ^{**}
Época de coleta*Cultivo	6	45,55 ^{**}
Época de coleta*Cultivar*Cultivo	12	17,90 ^{**}
CV1 (%)		7,00
CV2 (%)		6,94
Média geral		0,11

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 8A - Valores de $\delta F\delta$ para as variáveis de fósforo na parte vegetativa (PPV) e fósforo nos frutos (PFR) das cultivares de gergelim na época I. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	PPV	GL	PFR
		F		F
Blocos	3	0,34 ^{ns}	3	2,08 ^{ns}
Cultivar	2	39,58 ^{ns}	2	106,62 ^{**}
Época de coleta	6	4323,57 ^{**}	3	464,04 ^{**}
Época de coleta*Cultivar	12	89,61 ^{**}	6	23,15 ^{**}
CV1 (%)		4,43		9,46
CV2 (%)		4,31		9,99
Média geral		0,06		0,02

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 9A - Valores de $\delta F\delta$ para as variáveis de fósforo na parte vegetativa (PPV) e fósforo nos frutos (PFR) das cultivares de gergelim na época II. Mossoró, UFRSA, 2016.

FV	GL	PPV		PFR	
		F	GL	F	GL
Blocos	3	1,41 ^{ns}	3	0,59 ^{ns}	
Cultivar	2	18,66 ^{**}	2	2,07 ^{ns}	
Época de coleta	6	927,96 ^{**}	3	328,36 ^{**}	
Época de coleta*Cultivar	12	19,13 ^{**}	6	19,32 ^{**}	
CV1 (%)		9,12		15,19	
CV2 (%)		7,50		13,51	
Média geral		0,10		0,09	

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 10A - Valores de $\delta F\delta$ para as variáveis de potássio na planta (KP), potássio na parte vegetativa (KPV), potássio no fruto (KFR) das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	KP		KPV		KFR	
		F		F		F	
Blocos (Cultivo)	6	1,84 ^{ns}	2,26 ^{ns}	6	0,18 ^{ns}		
Cultivo	1	2590,99 ^{**}	2779,67 ^{**}	1	48,95 ^{**}		
Cultivar	2	0,39 ^{ns}	10,53 [*]	2	48,67 ^{**}		
Cultivar*Cultivo	2	31,54 ^{**}	31,06 ^{**}	2	1,90 ^{ns}		
Época de coleta	6	1378,03 ^{**}	1033,40 ^{**}	3	590,54 ^{**}		
Época de coleta*Cultivar	12	224,62 ^{**}	219,59 ^{**}	3	30,13 ^{**}		
Época de coleta*Cultivo	6	26,09 ^{**}	28,40 ^{**}	6	53,34 ^{**}		
Época de coleta*Cultivar*Cultivo	12	30,20 ^{**}	26,99 ^{**}	6	7,30 ^{**}		
CV1 (%)		8,09	8,53		18,18		
CV2 (%)		9,73	10,75		13,92		
Média geral		0,81	0,70		0,19		

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 11A - Valores de $\delta F\delta$ para as variáveis acúmulo de nitrogênio (N) e de potássio (K) no final do ciclo em kg ha⁻¹ das cultivares de gergelim. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	N		K	
		F		F	
Blocos (Cultivo)	6	0,84 ^{ns}	0,80 ^{ns}		
Cultivo	1	1751,84 ^{**}	576,33 ^{ns}		
Cultivar	2	599,50 ^{**}	52,37 ^{**}		
Cultivar*Cultivo	2	381,39 ^{**}	137,03 ^{**}		
CV (%)		2,37	6,79		
Média geral		186,30	149,02		

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 12A - Valores de $\delta F\ddot{o}$ para as variáveis acúmulo de fósforo no final do ciclo em kg ha^{-1} das cultivares de gergelim na época I e II. Mossoró, UFERSA, 2016.

FV	GL	Época I	Época II
		F	
Blocos	3	0,46 ^{ns}	1,75 ^{ns}
Cultivar	2	88,74 ^{**}	26,36 ^{**}
CV (%)		3,06	5,98
Média geral		18,79	38,73

(**) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (^{ns}) Valores não significativos pelo teste F.