

**Avaliação da fisiologia e teor de óleo das cultivares de gergelim em resposta a aplicação de Benziladenina****Evaluation the physiology of sesame cultivars in response to application Benzyladenine**

DOI:10.34117/bjdv6n8-662

Recebimento dos originais: 08/07/2020

Aceitação para publicação: 28/08/2020

**Selma dos Santos Feitosa**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)  
Professora do CST Agroecologia  
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, Campus Sousa, PB  
Endereço: Rua Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilandia, CEP: 58805-345, Distrito de São Gonçalo- PB, Brasil  
E-mail: selma.feitosa@ifpb.edu.br

**Andréa Celina Ferreira Demartelaere**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)  
Professora em Agroecologia  
Instituição: Escola Técnica Estadual Senador Jessé Pinto Freire  
Endereço: Rua Monsenhor Freitas, 648, Centro, CEP: 59586-000, Parazinho-RN, Brasil  
E-mail: andrea\_celina@hotmail.com

**Miguel Avelino Barbosa Neto**

Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)  
Instituição: Programa de Pós-graduação em Agronomia na Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Agrárias - Campus II  
Endereço: Rodovia PB 079, Km 12, Caixa Postal: 66, CEP: 58397-000, Areia-PB, Brasil  
E-mail: miguelavelinoneto18@gmail.com

**André Luís dos Santos Rodrigues**

Graduando em Engenharia Ambiental  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/Campus Pombal)  
Endereço: Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770, Pereiros, CEP: 58840-000, Pombal-PB, Brasil  
E-mail: andreleao21@outlook.com

**Divalmar da Costa Lima**

Graduado em Ciências Agrárias (Licenciatura Plena)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCHSA/Campus III)  
Endereço: Rua João Pessoa, S/N, CEP: 58220-000, Bananeiras-PB, Brasil  
E-mail: costa.lima134@gmail.com

**Adriana dos Santos Ferreira**

Mestrado em Ciências Florestal pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal na Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, CEP: 59280-000, Distrito de Macaíba-RN, Brasil  
E-mail: ferreirafra@gmail.com

**Hailson Alves Ferreira Preston**

Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)  
Professor Adjunto em Fitopatologia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/EAJ)  
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, CEP: 59280-000, Distrito de Macaíba-RN, Brasil  
E-mail: hailson\_alves@hotmail.com

**José George Ferreira Medeiros**

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)  
Professor Adjunto em Fitopatologia

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Endereço: Rua Luiz Grande, S/N, CEP: 58540-000, Sumé-PB, Brasil  
E-mail: georgemedeiros\_jp@hotmail.com

**RESUMO**

O *Sesamum indicum* L. é uma espécie que possui ampla diversificação nas cultivares para exploração de suas potencialidades agronômicas em regiões de baixas precipitações com a ajuda da aplicação exógena de hormônios que estimulem o crescimento das plantas, proporcionam o alto desempenho fisiológico e a máxima eficiência produtiva, componentes fundamentais para o sucesso no cultivo dessa oleaginosa nas condições do Semiárido. A presente pesquisa objetivou avaliar o potencial de Benziladenina sob a fisiologia e os teores de óleo produzidos pelas cultivares de *S. indicum* em campo. A pesquisa foi realizada na área experimental do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias na UFPB, Campus III, Bananeiras. O cultivo do gergelim foi em sequeiro, dois meses após a calagem realizou-se a semeadura manual de aproximadamente 1 g de semente dos genótipos de *S. indicum* (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda) por fileira em sulcos com 2,5 cm de profundidade, em curva de nível. Após a germinação, as plântulas foram desbastadas, deixando 10 plantas por metro linear. Em seguida, foi feita a aplicação hormonal do Benziladenina com ajuda de pulverizadores aos 30, 37 e 42 dias após a emergência (DAE), nas concentrações: 0; 5; 10 e 15 mg L<sup>-1</sup>. Avaliou-se as trocas gasosas pela quantificação da Fotossíntese líquida (A), transpiração (E), a Condutância estomática (gs) e a Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) aos 80 DAE, em folhas completamente expandidas no terço médio da planta, por meio do IRGA. Para a análise fisiológica coletaram-se três plantas de cada parcela aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAE, altura da planta (AP), os resultados expressos em (cm), o diâmetro do colo (DC) foi feito com paquímetro digital, e expressos em (mm), o comprimento da raiz (CR) com ajuda de uma régua centimetrada, e expressos em (cm). A área foliar (AF). A partir dos dados da análise do crescimento calculou-se os seguintes índices fisiológicos: Taxa de crescimento absoluto (TCA), g dia<sup>-1</sup>; Taxa de Crescimento Relativo (TCR), g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>; Área Foliar Específica (AFE), cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>; Índice de Área Foliar (IAF), m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> e Taxa de Assimilação Líquida (TAL), g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>. A determinação do teor de óleo (TO) e a energia bruta. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial (3×4), três genótipos de *S. indicum* CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda e quatro concentrações de Benziladenina (BA): 0, 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup>, resultando em 12 tratamentos e totalizando 48 parcelas experimentais. Os dados sem distribuição normal foram transformados em Logx, e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F, os resultados quando significativos a 5 ou 1% de probabilidade foram comparados pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator

quantitativo (concentrações de Benziladenina), foram ajustadas as regressões polinomiais. As análises estatísticas foram realizadas no programa SAS®. A cultivar CNPA G4 de *S. indicum* teve maior adaptação nas condições do Semiárido por apresentar maior taxa de fotossíntese líquida e desempenho fisiológico: altura de plântulas, diâmetro do colo, área foliar e menor concentração interna de CO<sub>2</sub> independente da aplicação do Benziladenina, a CNPA G3 obteve incremento apenas no comprimento de raiz e o maior aumento na taxa de energia bruta sem a aplicação do Benziladenina e as cultivares CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda de *S. indicum* obtiveram elevados teores de óleo independente do uso do hormônio Benziladenina.

**Palavras-chave:** *Sesamum indicum*, Fitohormônio, Vigor.

## ABSTRACT

*Sesamum indicum* L. is a species that has wide diversification in cultivars to exploit its agronomic potential in regions of low rainfall with the help of exogenous application of hormones that stimulate plant growth, provide high physiological performance and maximum productive efficiency, fundamental components for the success in the cultivation of this oilseed in the Semiarid conditions. This research aimed to evaluate the potential of Benzyladenine under physiology and oil content produced by cultivars of *S. indicum* in the field. The research was carried out in the experimental area of the Center for Human, Social and Agrarian Sciences at UFPB, Campus III, Bananeiras. The cultivation of sesame was rainfed, two months after liming, manual sowing of approximately 1 g of the seeds of the *S. indicum* genotypes (CNPA G3, CNPA G4 and BRS Seda) was carried out per row in 2.5 cm furrows. depth, in contour line. After germination, the seedlings were thinned, leaving 10 plants per linear meter. Then, the benzyladenine hormone was applied with the help of sprayers at 30, 37 and 42 days after emergence (DAE), in the concentrations: 0; 5; 10 and 15 mg L<sup>-1</sup>. Gas exchanges were evaluated by quantifying liquid photosynthesis (*PL*), transpiration (*T*), stomatal conductance (*sc*) and internal CO<sub>2</sub> concentration (*C<sub>i</sub>*) at 80 DAE, in fully expanded leaves in the middle third of the plant, for through the IRGA. For the physiological analysis three plants were collected from each plot at 15, 30, 45, 60, 75 and 90 DAE, plant height (PH), the results expressed in (cm), the diameter of the neck (DN) was made with digital caliper, and expressed in (mm), the root length (RL) with the help of a centimeter ruler, and expressed in (cm). The leaf area (LA). From the data of the growth analysis, the following physiological indices were calculated: Absolute growth rate (AGR), g day<sup>-1</sup>; Relative Growth Rate (RGR), g g<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>; Specific Leaf Area (SLA), cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>; Leaf Area Index (LAI), m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> and Net Assimilation Rate (NAR), g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>. Determination of oil content (DOC) and gross energy. The experimental design was in randomized blocks with four replications in a factorial scheme (3 × 4), three genotypes of *S. indicum* CNPA G3, CNPA G4 and BRS Seda and four concentrations of Benzyladenine (BA): 0, 5, 10 and 15 mg L<sup>-1</sup>, resulting in 12 treatments and totaling 48 experimental plots. The data without normal distribution were transformed into Logx, and later submitted to analysis of variance by the F test, the results when significant at 5 or 1% probability were compared by the Tukey test at 5% probability. For the quantitative factor (concentrations of Benzyladenine), polynomial regressions were adjusted. Statistical analyzes were performed using the SAS® program. The cultivar CNPA G4 of *S. indicum* was more adapted to the conditions of the Semiarid region, as it had a higher rate of liquid photosynthesis and physiological performance: height of seedlings, stem diameter, leaf area and lower internal CO<sub>2</sub> concentration regardless of the application of Benziladenine, CNPA G3 increased only in the root length and the greatest increase in the gross energy rate without the application of Benzyladenine and the cultivars CNPA G3, CNPA G4 and BRS Seda de *S. indicum* obtained high oil contents regardless of the use of the hormone Benziladenine.

**Keywords:** *Sesamum indicum*, Phytohormone, Vigor.

## 1 INTRODUÇÃO

*Sesamum indicum* L. é uma das dez principais oleaginosas do mundo e uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem, tendo como principal produto a semente, com elevado valor nutricional para alimentação humana e propriedades medicinais. O gergelim possui fontes de vitaminas (complexo B), ricas em minerais (cálcio, fósforo, magnésio, sódio, zinco e selênio), óleo (50%) composto por ácidos graxos insaturados (40% de oleico e 41% de linoleico) e substâncias antioxidantes como a sesamina, a sesamolina e o tocoferol que conferem resistência à rancificação (COSTA *et al.*, 2012).

Perin *et al.* (2010), relatam que a cultura do gergelim possui elevada resistência estomática, transpirando menos em períodos críticos e conferindo resistência à seca, sendo está uma de suas principais características fisiológicas. Segundo Melo *et al.* (2010), o estudo dos parâmetros fisiológicos como resistência estomática e fluorescência da clorofila *a* são de fundamental importância no esclarecimento de efeitos das condições nutricionais e ambientais sobre a eficiência fotossintética das plantas. Outro mecanismo aplicado para verificação dos efeitos ocasionados à planta pelo ambiente são as trocas gasosas.

Ferraz *et al.* (2012), citam que a avaliação das trocas gasosas é uma importante ferramenta na determinação de adaptação e estabilidade de plantas a determinados ecossistemas, porque a redução no crescimento e consequente redução na produtividade das plantas, podem estar relacionadas à redução na atividade fotossintética, limitada por fatores abióticos intrínsecos ao local de cultivo.

Assim, propostas que venham a discutir as cultivares do gergelim adaptadas as condições ambientais adversas, as técnicas de consórcio e os aspectos envolvendo a nutrição das plantas, são de suma importância para o sucesso do cultivo dessa oleaginosa nas condições do Semiárido (BELTRÃO *et al.*, 2013).

O cultivo do gergelim possibilita a diversificação agrícola a partir da exploração de uma cultura com potencialidades econômicas, agrônômicas e sociais, em decorrência de suas características: como a tolerância à seca e as estratégias no manejo (EUBA NETO *et al.*, 2016). Mediante os avanços sobre os conhecimentos desta cultura, vários esforços estão sendo direcionados para a criação e/ou adaptação de tecnologias que promovam bons desempenhos fisiológicos e elevação nos índices de produtividades, mediante o uso de cultivares adaptadas as condições Semiáridas na Região Nordeste, em virtude de suas limitações climáticas, especialmente em relação a questão pluviométrica (BELTRÃO *et al.*, 2013).

Esses são fatores limitantes no desempenho da produção agrícola em virtude de suas particularidades das estruturas física e química do solo, como as características ambientais e os fatores genéticos, como a alta evapotranspiração, baixa fertilidade do solo, cultivares adaptadas a região, dentre outros aspectos (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

Entretanto, com o manejo adequado de adubação, espaçamento, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, cultivares resistentes as condições Semiáridas e a aplicação exógena de hormônios que estimulam o crescimento das plantas, proporcionam alto desempenho fisiológico e a máxima eficiência na produção do gergelim (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Os reguladores de crescimento vegetal ou fitorreguladores (produção sintética dos hormônios) são importantes nos sistemas de cultivo do gergelim principalmente na fase de indução e diferenciação de gemas e qualidade e produção de sementes. A partir de diferentes substâncias, doses e épocas de aplicação, pode-se obter respostas fisiológicas atrativas na produção de *S. indicum*. Dentre os fitorreguladores ligados aos processos de indução e diferenciação de gemas e desenvolvimento e abscisão de frutos, as auxinas, citocininas, etileno e giberilinas são os mais difundidos, podendo ser aplicados em diferentes concentrações e épocas (TAIZ; ZAIGER, 2013).

Pesquisas recentes apontam que a aplicação exógena de reguladores de crescimento como a Benziladenina (C<sub>12</sub>H<sub>11</sub>N<sub>5</sub>) podem ser usadas para estimular a produtividade nas plantas, como também para retardar a senescência e amarelecimento de folhas e impedir a queda de frutos de diversas espécies vegetais (COSTA-SILVA *et al.*, 2012).

Nos últimos anos tem aumentado o interesse nas pesquisas científicas relacionadas ao comportamento ecofisiológico do *S. indicum* frente as condições do Semiárido, com intuito de promover o conhecimento e conseqüentemente a exploração viável com caráter sustentável desta oleaginosa. Principalmente nas respostas e os efeitos da aplicação do hormônio Benziladenina e a sua relação com os aspectos fisiológicos e o percentual da produtividade do óleo de gergelim (EUBA NETO *et al.*, 2016).

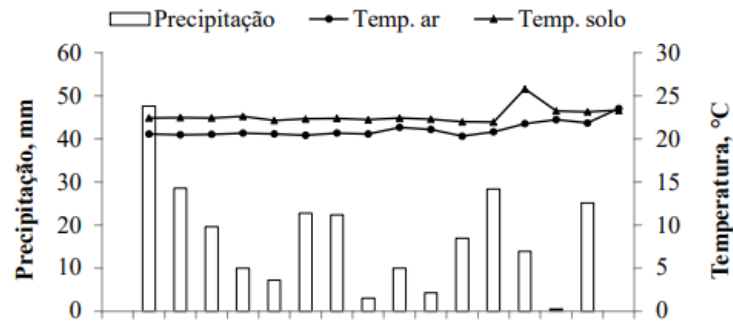
Portanto, na presente pesquisa objetivou-se avaliar o potencial de Benziladenina sob a fisiologia e os teores de óleo produzidos pelas cultivares de *Sesamum indicum* em campo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na área experimental do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias na Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Bananeiras, PB (6°46' S e 35°38' W), altitude de 617 m. O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo distrófico, textura franco arenosa a franco-argilosa (EMBRAPA, 2013). Foram registrados os dados climáticos na estação

meteorológica da UFPB, Campus III, obtendo-se a temperatura média do ar e do solo em torno de 21 °C e 22,7 °C, respectivamente é a precipitação total de 260 mm, bem distribuídas durante todo o ciclo da cultura do *S. indicum* (Figura 1).

Figura 1. Dados climáticos registrados durante todo o ciclo da cultura do *Sesamum indicum*. Bananeiras-PB, 2013.



Foi realizada a análise química do solo da área experimental (Tabela 1), em seguida, fez a calagem e adubação química de acordo com a necessidade da cultura e as características físico-químicas.

Tabela 1. Resultados das análises químicas do solo da área experimental. Bananeiras-PB, 2013.

Profund	pH H <sub>2</sub> O	mmol c/dm <sup>3</sup>								% mg/dm <sup>3</sup> g/Kg		
		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H+A 1	T	Al <sup>+3</sup>	V	P	M.O
0-20 cm	6,5	31,8	17,5	0,9	1,6	51,8	42,1	93,8	ND*	55,2	229,4	27,0
0-40 cm	5,4	16,3	6,6	0,7	0,7	24,3	81,7	106,	6,5	22,9	17,6	24,6

\*ND: Não detectado

O cultivo do gergelim foi em sequeiro, dois meses após a calagem realizou-se a semeadura manual de aproximadamente 1 g de semente dos genótipos de *S. indicum* (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda) por fileira em sulcos com 2,5 cm de profundidade, em curva de nível. Quatro dias após a semeadura, ocorreu a germinação, e as plântulas foram desbastadas em duas etapas: a primeira, de forma parcial, iniciado quando as plantas encontravam-se com cinco folhas cotiledonares e a segunda folha definitiva, e a segunda: quando as plantas atingiram 15 cm de altura, resultando 10 plantas por metro linear.

A parcela experimental foi composta por 7 fileiras de 25 plantas, cada parcela tinha 7,5 m<sup>2</sup> de área útil e um total de 175 plantas, sendo as duas fileiras laterais como bordaduras, o espaçamento adotado foi de 0,6 m × 0,1 m, com densidade de plantio de 166.666 plantas ha<sup>-1</sup>.

Foi utilizado o hormônio Benziladenina (BA) em três períodos: 30, 37 e 42 dias após a emergência (DAE), sendo aplicado na parte abaxial e adaxial das folhas até o ponto de escorrimento com o auxílio de um pulverizador manual de compressão prévia com capacidade de 5 L e bico de 30 mm e as seguintes concentrações: 0; 5; 10 e 15 mg L<sup>-1</sup>.

Avaliações das trocas gasosas se deu pela quantificação da Fotossíntese líquida (*A*), transpiração (*E*), a Condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e a Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) aos 80 DAE, em folhas completamente expandidas no terço médio da planta, foram registradas por meio do analisador de gás infravermelho (IRGA) da marca LICOR, Modelo 6400.

Para a análise fisiológica coletaram-se três plantas de cada parcela aos 15 e aos 90 DAE, contabilizando o número de folhas para a determinação da área foliar, de acordo com a metodologia proposta do Silva *et al.* (2002).

Avaliou-se a altura da planta (AP) com ajuda de uma régua centimetrada, e os resultados expressos em (cm), o diâmetro do colo (DC) foi feito com paquímetro digital, e expressos em (mm), o comprimento da raiz (CR) foi realizado com uma régua centimetrada, e os resultados expressos em (cm) (BRASIL, 2009).

A área foliar (AF) foi realizada os 90 dias após a emergência, medindo-se o comprimento longitudinal (cm) de uma folha de cada nó, contando-se o total de folhas por planta, aplicando a Equação  $S = 0,3552 * C^2$  ( $S$  = área foliar por folha – cm<sup>2</sup>), ( $C$  = comprimento longitudinal da folha - cm), onde multiplica-se a área foliar por folha pelo número total de folhas por planta, para se obter a área foliar total por planta (cm<sup>2</sup>).

A partir dos dados da análise do crescimento calculou-se os seguintes índices fisiológicos: Taxa de crescimento absoluto (TCA), g dia<sup>-1</sup>; Taxa de Crescimento Relativo (TCR), g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>; Área Foliar Específica (AFE), cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>; Índice de Área Foliar (IAF), m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> e Taxa de Assimilação Líquida (TAL), g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>.

A determinação do teor de óleo (TO) foi realizada no Laboratório de Análises Avançadas em Nutrição Animal no CCHSA-UFPB, pelo método à quente, onde as amostras secas foram trituradas e transferidas para cartuchos de papel filtro, em seguida, colocadas nos extratores de Soxhlet Vidrolabor, acoplados a balões de vidro contendo éter de petróleo. A extração se deu em 45 minutos e a determinação da massa de óleo extraída foi realizada por pesagem do balão de vidro após completa evaporação do solvente e os resultados expressos em (%) (SILVA; QUEIROZ, 2005).

A energia bruta foi analisada através do método da Bomba Calorimétrica, onde a amostra com peso de 0,7 g foi acomodada num cadinho e o sistema pressurizado com oxigênio, no

calorímetro utilizou-se a massa de água de 2500 g, quando ocorreu a estabilização da temperatura da água, efetuou-se a queima, e o resultado foi expresso em (Kcal g<sup>-1</sup>). Em seguida, calculou-se a máxima eficiência técnica (MET) a partir do ponto de máximo da equação de segundo grau, igualando-se a zero na derivada da primeira da equação e encontrando-se o valor de x, conforme Storck *et al.* (2011).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial (3×4), três genótipos de *S. indicum* CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda e quatro concentrações de Benziladenina (BA): 0, 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup>, resultando 12 tratamentos e totalizando 48 parcelas experimentais.

Os dados sem distribuição normal foram transformados em Logx, e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F, os resultados quando significativos a 5 ou 1% de probabilidade foram comparados pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo (concentrações de Benziladenina), foram ajustadas as regressões polinomiais. As análises estatísticas foram realizadas no Programa Estatístico SAS® (CODY, 2015).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância, quando avaliou-se a Fotossíntese líquida (A), verificou-se que de acordo com a fonte de variação, para as Cultivares de *S. indicum* (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda) apresentaram diferenças significativas a 1 % de probabilidade, já para as Concentrações 0; 5; 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> do hormônio Benziladenina e na interação (Cultivares x Concentrações), não observaram-se diferenças significativas (Tabela 2).

Para a avaliação da Condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e Transpiração (*E*), não observaram-se diferenças significativas nos tratamentos: Cultivares de *S. indicum* (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda) e Concentrações 0; 5; 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> do hormônio Benziladenina, e na interação (Cultivares x Concentrações). Enquanto na avaliação da Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) para as Cultivares de *S. indicum* (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda), apresentaram diferenças significativas a 5 % de probabilidade, já nas Concentrações 0; 5; 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> do hormônio Benziladenina e na interação (Cultivares x Concentrações), não verificaram-se diferenças significativas (Tabela 2)

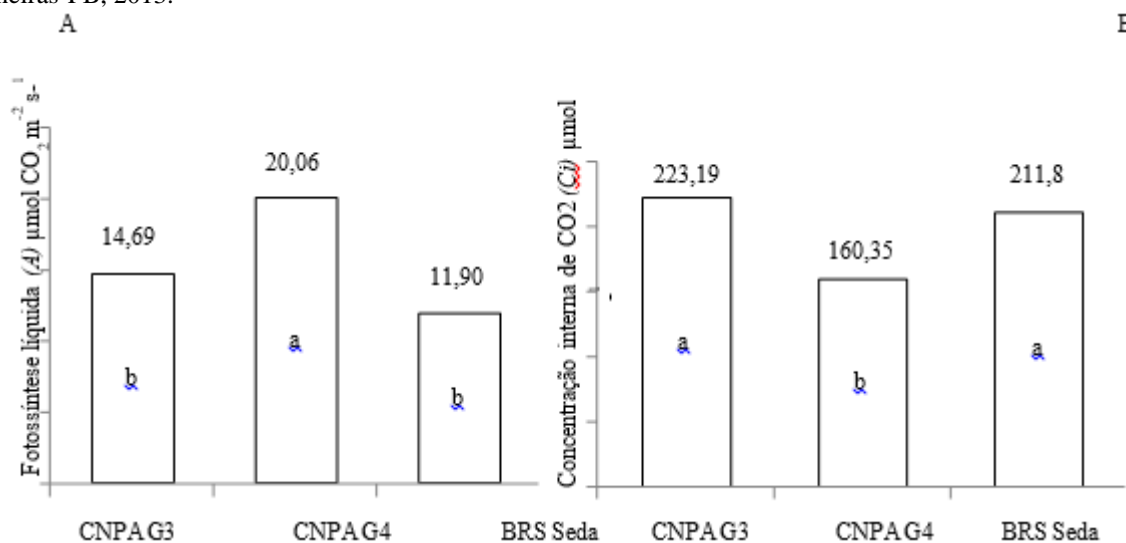


Tabela 2. Resumo da análise de variância para as taxas de trocas gasosas das cultivares de *Sesamum indicum*, submetido as diferentes concentrações de Benziladenina. Bananeiras-PB, 2013.

FV	GL	Pr > F			
		A	gs	Ci	E
Bloco	3				
Cultivares (C)	2	0,001**	0,639 <sup>ns</sup>	0,021*	0,533 <sup>ns</sup>
Concentrações (C)	3	0,057 <sup>ns</sup>	0,295 <sup>ns</sup>	0,282 <sup>ns</sup>	0,313 <sup>ns</sup>
C X C	6	0,054 <sup>ns</sup>	0,364 <sup>ns</sup>	0,138 <sup>ns</sup>	0,189 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	14,20	7,07	13,00	25,65

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficientes de variação; A - Fotossíntese líquida ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); gs - Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); Ci - Concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); E - Transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). <sup>ns</sup> Não significativo, \*\* Significativo a 1 %, \* Significativo a 5 % pelo teste de F.

O máximo desempenho na taxa de Fotossíntese líquida (A) foi obtida na cultivar de *S. indicum* CNPA G4 e o inverso ocorreu na avaliação da Concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci), com o menor valor atingido (Figuras 1A e B). A CNPA G3 obteve desempenho intermediário, enquanto a BRS Seda apresentou o pior desempenho na taxa da Fotossíntese líquida (A) (Figura 1A). As maiores taxas da Concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) foram obtidas nas cultivares de *S. indicum* CNPA G3 e BRS Seda em relação a CNPA 4 (Figura 1B).

Figura 2. (A) Fotossíntese líquida (A) e (B) Concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) das cultivares de *Sesamum indicum*. Bananeiras-PB, 2013.

Comportamento semelhante ao presente trabalho corroboram com os obtidos por Dalstra *et al.* (2014), quando verificaram comportamento diferente para a taxa de fotossíntese líquida e a concentração interna de  $\text{CO}_2$  entre cultivares de *Cucumis melo*, no entanto, a diferença observada resultou no aumento da produtividade.

Este comportamento pode ser observado na cultura do gergelim, já que os processos de fotossíntese e transpiração estão intimamente relacionados aos estômatos, pois, ao mesmo tempo

em que os estômatos oferecem resistência na difusão da água de dentro da folha para a atmosfera, constituem-se em uma barreira para aquisição de CO<sub>2</sub>.

Segundo Albuquerque *et al.* (2011), o *S. indicum* apresenta metabolismo fotossintético do tipo C<sub>3</sub>, visto que é uma grande vantagem para esta espécie, pois proporciona altas produtividades em regiões de clima Semiárido, devido possuir uma outra estratégia na redução da fotossíntese líquida que é através da fotorrespiração.

Provavelmente a condutância estomática e a assimilação de CO<sub>2</sub> podem estarem associadas à presença das citocininas, as quais estão envolvidas na abertura estomática por meio da inibição da ação do ácido abscísico, que é um hormônio que provoca o fechamento dos estômatos (TAIZ; ZEIGER, 2013), e estão envolvidos na síntese de proteínas da enzima Rubisco.

O resumo da análise de variância mostrou que quando avaliaram-se as análises fisiológicas como a altura de plântulas (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento das raízes (CR) e análise foliar (AF) nas fontes de variações: Cultivares de *S. indicum* (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda), Concentrações 0; 5; 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> do hormônio Benziladenina e a interação (Cultivares x Concentrações) aos 15, 30, 45 60, 75 e 90 dias antes da emergência, não observaram-se diferenças significativas. Com exceção da fonte de variação: Cultivares que apresentaram diferenças significativas nos tratamentos 5 % de probabilidade quando avaliaram-se a altura de plântulas aos 90 dias, o diâmetro do colo e a área foliar aos 45 dias. E a 1% de probabilidade para o comprimento de raiz aos 30 dias de *S. indicum* (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento das cultivares de *Sesamum indicum*, submetido as concentrações de Benziladenina. Bananeiras-PB, 2013.

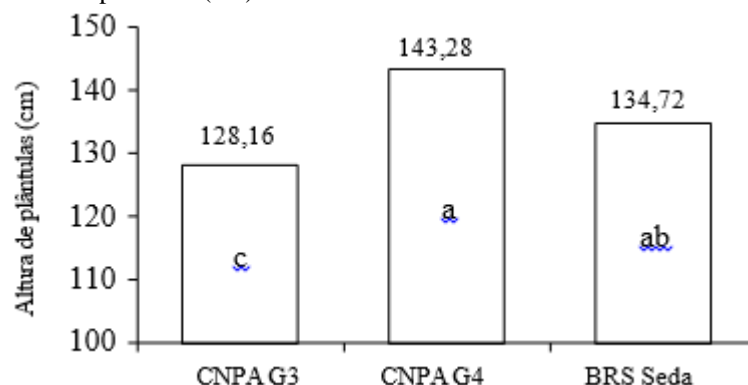
FV	GL	Pr > F			
		15 DAE			
		AP	DC	CR	AF
Bloco	3				
Cultivar (C)	2	0,062 <sup>ns</sup>	0,060 <sup>ns</sup>	0,149 <sup>ns</sup>	0,966 <sup>ns</sup>
Nível (N)	3	0,291 <sup>ns</sup>	0,986 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>	0,656 <sup>ns</sup>
C X N	6	0,325 <sup>ns</sup>	0,093 <sup>ns</sup>	0,058 <sup>ns</sup>	0,689 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	25,91	19,97	0,1586	36,73
		30 DAE			
Bloco	3				
Cultivar (C)	2	0,159 <sup>ns</sup>	0,974 <sup>ns</sup>	0,0006**	0,574 <sup>ns</sup>
Nível (N)	3	0,121 <sup>ns</sup>	0,404 <sup>ns</sup>	0,315 <sup>ns</sup>	0,152 <sup>ns</sup>
C X N	6	0,161 <sup>ns</sup>	0,314 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>	0,168 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	20,36	26,13	9,96	31,86
		45 DAE			
Bloco	3				
Cultivar (C)	2	0,109 <sup>ns</sup>	0,010*	0,186 <sup>ns</sup>	0,035*

Nível (N)	3	0,733 <sup>ns</sup>	0,989 <sup>ns</sup>	0,285 <sup>ns</sup>	0,529 <sup>ns</sup>
C X N	6	0,133 <sup>ns</sup>	0,762 <sup>ns</sup>	0,472 <sup>ns</sup>	0,129 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	12,48	18,21	12,21	34,48
60 DAE					
Bloco	3				
Cultivar (C)	2	0,107 <sup>ns</sup>	0,124 <sup>ns</sup>	0,637 <sup>ns</sup>	0,130 <sup>ns</sup>
Nível (N)	3	0,129 <sup>ns</sup>	0,234 <sup>ns</sup>	0,530 <sup>ns</sup>	0,174 <sup>ns</sup>
C X N	6	0,894 <sup>ns</sup>	0,131 <sup>ns</sup>	0,202 <sup>ns</sup>	0,095 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	10,13	16,35	18,47	39,32
75 DAE					
Bloco	3				
Cultivar (C)	2	0,979 <sup>ns</sup>	0,120 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>	0,071 <sup>ns</sup>
Nível (N)	3	0,245 <sup>ns</sup>	0,999 <sup>ns</sup>	0,804 <sup>ns</sup>	0,141 <sup>ns</sup>
C X N	6	0,969 <sup>ns</sup>	0,610 <sup>ns</sup>	0,482 <sup>ns</sup>	0,879 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	9,53	16,79	10,89	43,91
90 DAE					
Bloco	3				
Cultivar (C)	2	0,043*	0,654 <sup>ns</sup>	0,462 <sup>ns</sup>	0,138 <sup>ns</sup>
Nível (N)	3	0,621 <sup>ns</sup>	0,445 <sup>ns</sup>	0,670 <sup>ns</sup>	0,861 <sup>ns</sup>
C X N	6	0,428 <sup>ns</sup>	0,713 <sup>ns</sup>	0,987 <sup>ns</sup>	0,536 <sup>ns</sup>
Resíduo	33				
CV (%)	-	12,02	41,87	14,11	63,24

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficientes de variação; DAE: dias após a emergência; AP - altura de planta (cm); DC - diâmetro do colo (mm); CR- comprimento de raiz (cm); AF- área foliar (cm<sup>2</sup>). ns - Não significativo, \*\* Significativo a 1%, \* a 5% pelo teste de F.

Houve efeito significativo entre as cultivares para a altura da plântulas (AP), visto que a cultivar CNPA G4 apresentou maior altura, a BRS Seda obteve um crescimento intermediário, enquanto a CNPA G3 apresentou menor desempenho na altura de plântulas (Figura 3).

Figura 3. Altura de plântulas (AP) das cultivares de *Sesamum indicum*. Bananeiras-PB, 2013.



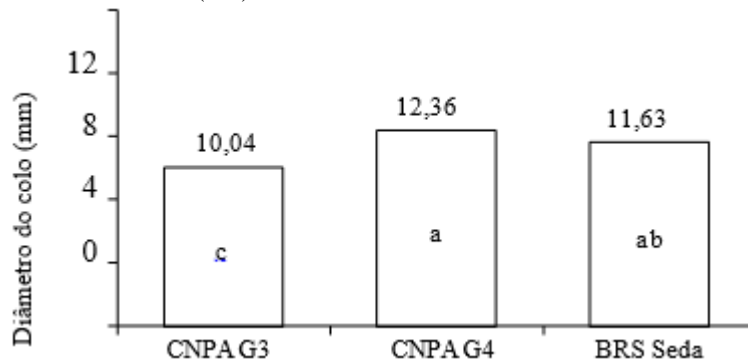
Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Comportamento equivalente foi observado por *Silva et al.* (2014), onde consideram a altura da planta de gergelim ao final do ciclo, como sendo resposta positiva dos tratamentos nas estruturas

reprodutivas da planta que surgem neste estágio fenológico. No entanto, Borges (2014), verificou que a aplicação abaixo de  $400 \text{ mg L}^{-1}$  de Benziladenina sobre as características altura de plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas*) apresentou efeito significativo.

Para o diâmetro do colo da planta houve efeito significativo aos 45 DAE, diferença apenas para cultivares, sendo a CNPA G4 a que melhor se destacou comparado com a CNPA G3 que apresentou o menor diâmetro (Figura 4).

Figura 4. Diâmetro do colo (DC) das cultivares de *Sesamun indicum*. Bananeiras-PB, 2013.

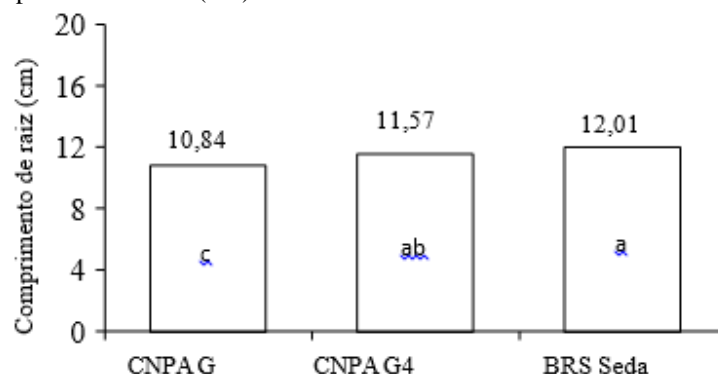


Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Observou-se crescimento contínuo do diâmetro até os 60 DAE, corroborando com resultados encontrados por Silva *et al.* (2014), quando estudaram o crescimento e desenvolvimento de gergelim em função de cinco lâminas de irrigação, sendo L1 = 47,38 mm; L2 = 240,38 mm; L3 = 477,88 mm; L4 = 698,88 mm e L5 = 1026,50 mm. A aplicação exógena de benziladenina em plantas de soja não influenciou o diâmetro do colo (BORGES, 2014), mesmo quando utilizadas níveis bem superiores as da presente pesquisa.

A cultivar BRS Seda obteve maior comprimento, a CNPA G4 apresentou comprimento mediando e a CNPA G3 o menor desenvolvimento de raiz (Figura 5).

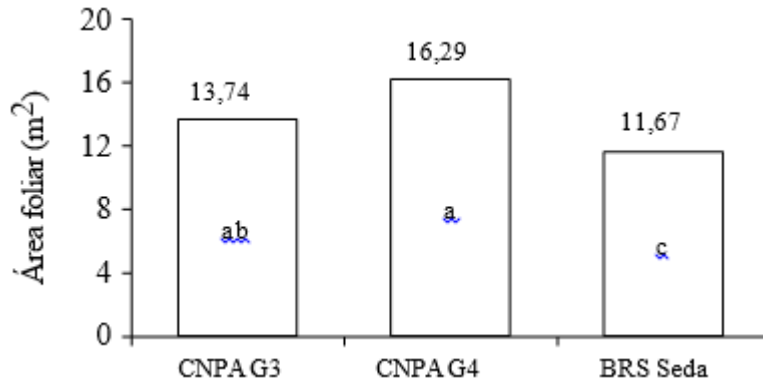
Figura 5. Comprimento da raiz (CR) das cultivares de *Sesamum indicum*. Bananeiras-PB, 2013.



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

No presente trabalho, verificou-se efeito significativo nos tratamentos, visto que, a cultivar CNPA G4 obteve maior incremento, a CNPA G3 apresentou produção mediana e a BRS Seda o menor incremento na área foliar (Figura 6).

Figura 6. Área foliar (AF) de cultivares de *Sesamum indicum*. Bananeiras-PB, 2013.

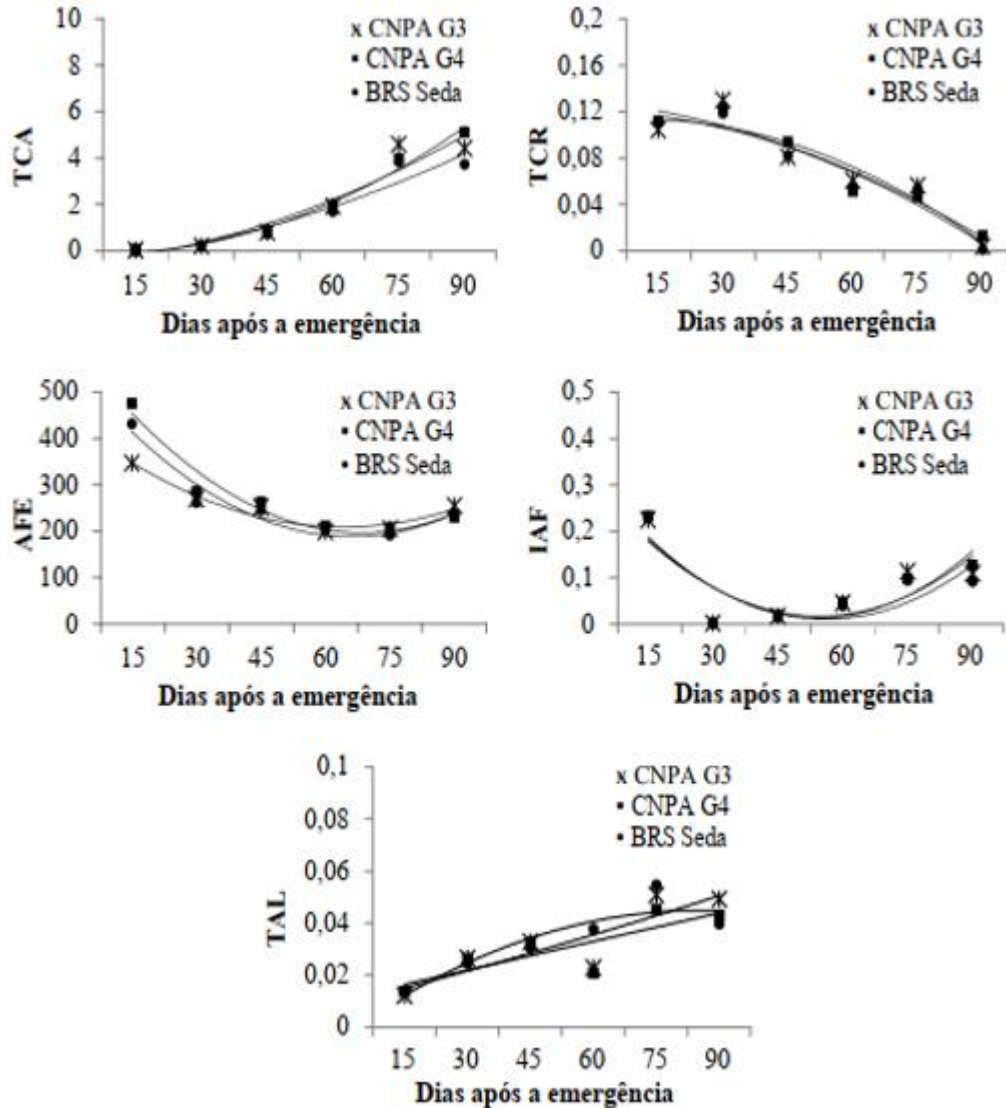


Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

A área foliar é considerada um parâmetro chave na pesquisa de crescimento de plantas, de acordo com Grilo; Azevedo (2013), é um importante indicador de produtividade, sua avaliação durante todo o ciclo da cultura é de extrema importância para que se possa modelar o crescimento e o desenvolvimento da planta e, em consequência, a produtividade e a produção total da cultura (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

No gergelim a área foliar cresce rapidamente entre 30 e 60 dias, decrescendo após este período). Verificou-se que a taxa de crescimento absoluto (TCA) do gergelim atingiu maior valor aos 90 DAE ( $5 \text{ g dia}^{-1}$ ) para a cultivar CNPA G4, provavelmente em função do desempenho fisiológico, e consequentemente influenciadas nas estruturas reprodutivas. Inversamente, a TCR foi maior no início do período vegetativo e decresceu à medida que avançou o ciclo, esta taxa tendeu a valores próximos de zero aos 90 DAE (Figura 7).

Figura 7. Taxa de Crescimento Absoluto (TCA),  $\text{g dia}^{-1}$ , Taxa de Crescimento Relativo (TCR),  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ; Área Foliar Específica (AFE),  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ; Índice de Área Foliar (IAF),  $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$  e Taxa de Assimilação Líquida (TAL),  $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$  de cultivares de *Sesamum indicum*. Bananeiras-PB, 2013.



TCA

$$\begin{aligned} \text{CNPA G3 } y &= 0,113x^2 + 0,2353x - 0,5369 \quad R^2 = 0,91 \\ \text{CNPA G4 } y &= 0,1764x^2 - 0,1653x - 0,0618 \quad R^2 = 0,99 \\ \text{BRS Seda } y &= 0,0876x^2 + 0,2475x - 0,4816 \quad R^2 = 0,92 \end{aligned}$$

AFE

$$\begin{aligned} \text{CNPA G3 } y &= 12,888x^2 - 110,08x + 446,54 \quad R^2 = 0,94 \\ \text{CNPA G4 } y &= 20,044x^2 - 183,04x + 617,39 \quad R^2 = 0,94 \\ \text{BRS Seda } y &= 19,306x^2 - 170,02x + 565,4 \quad R^2 = 0,94 \end{aligned}$$

TCR

$$\begin{aligned} \text{CNPA G3 } y &= -0,0038x^2 + 0,0054x + 0,111 \quad R^2 = 0,89 \\ \text{CNPA G4 } y &= -0,0022x^2 - 0,006x + 0,1283 \quad R^2 = 0,93 \\ \text{BRS Seda } y &= -0,0028x^2 - 0,002x + 0,1205 \quad R^2 = 0,94 \end{aligned}$$

IAF

$$\begin{aligned} \text{CNPA G3 } y &= 0,0226x^2 - 0,164x + 0,3185 \quad R^2 = 0,61 \\ \text{CNPA G4 } y &= 0,0248x^2 - 0,1799x + 0,3418 \quad R^2 = 0,69 \\ \text{BRS Seda } y &= 0,0223x^2 - 0,167x + 0,3262 \quad R^2 = 0,63 \end{aligned}$$

TAL

$$\begin{aligned} \text{CNPA G3 } y &= 0,0001x^2 + 0,0062x + 0,0087 \quad R^2 = 0,76 \\ \text{CNPA G4 } y &= -1E-05x^2 + 0,0056x + 0,0109 \quad R^2 = 0,69 \\ \text{BRS Seda } y &= -0,0015x^2 + 0,0171x - 0,0034 \quad R^2 = 0,84 \end{aligned}$$

Este comportamento é coerente, uma vez que o crescimento relativo representa o incremento diário produzido por unidade de material pré-existente, num período de tempo. Resultados semelhante foram obtidos por Santos *et al.* (2013), em plantas de milho tratadas com bioestimulantes, onde a TCR decresceu ao longo do ciclo fenológico.

Inicialmente houve decréscimo na Área foliar específica (AFE) até os 30 DAE, mantendo-se até os 75 DAE (Figura 7), tendo o aumento retomado da área foliar específica, quando se houve a queda nesta taxa em virtude da desfolha da planta, comportamento este não verificado neste estudo.

Provavelmente o incremento em área foliar específica ao final do ciclo deve-se a ação do Benziladenina através da aplicação exógena, que pode ter promovido a síntese de proteínas, impedindo dessa forma a senescência foliar do gergelim.

Houve decréscimo no índice de área foliar (IAF) até os 45 DAE, quando retomou o aumento até 90 DAE, porém, este incremento em biomassa não provocou a queda da taxa de assimilação líquida (TAL) por meio do sombreamento, obtendo-se o maior valor aos 75 DAE (Figura 7).

Atribui-se este resultado a eficiência do *S. indicum* na interceptação da luz, por possuir heterofilia. Costa-Silva *et al.* (2012), constataram que a Benziladenina não influenciou no processo de senescência foliar em plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas*), o que corrobora a percepção de que em se tratando de fitohormônios as espécies podem responder diferentemente a ação destes.

De acordo com o resumo da análise de variância, a fonte de variação: Cultivares (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda), não apresentaram diferenças significativas nos tratamentos quando avaliaram o teor de óleo e a energia bruta. Para a fonte de variação: Concentrações (0, 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup>) do hormônio Benziladenina, não observou diferença significativa quando avaliou-se o teor de óleo nos tratamentos, observou-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade nos tratamentos quando avaliou-se a energia bruta (Tabela 3).

Na análise de variância, a interação: Cultivares (CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda) e Concentrações (0, 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup>) do hormônio Benziladenina, não verificaram-se diferenças significativas nos tratamentos nas duas análises avaliadas (teor de óleo e energia bruta)

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o Teor de óleo (TO) e Energia bruta (EB) das cultivares de *Sesamum indicum*, submetidas nas concentrações de Benziladenina.

FV	GL	Pr > F	
		TO	EB
Bloco	3		
Cultivares (C)	2	0,347 <sup>ns</sup>	0,395 <sup>ns</sup>
Concentrações (C)	3	0,491 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>**</sup>
C X N	6	0,649 <sup>ns</sup>	0,235 <sup>ns</sup>
Resíduo	33		
CV (%)	-	3,14	2,52

FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficientes de variação; TO - %; EB - Kcal por 100 g. ns - Não significativo, \*\* - Significativo a 1% \* a 5% pelo teste de F.

Verificou-se que o Benziladenina não influenciou no teor de óleo das sementes de gergelim (Figura 8). Observou-se o maior percentual de óleo nas sementes da cultivar Seda quando submetida ao maior nível de fitohormônio estudado, ao passo que o menor foi na CNPA G4 nas plantas que não receberam benziladenina. Os mesmos resultados foram relatados por Matos *et al.* (2013) para *Jatropha curcas*.

Apesar de o hormônio Benziladenina não ter influenciado na produção de óleo nas três cultivares estudadas na presente pesquisa, porém, os teores de óleos apresentados, estão aquém do esperado para a cultura do gergelim cultivadas no Semiárido, a exemplo da cultivar BRS Seda produziu em torno de 50% de óleo. De acordo com Silva *et al.* (2014), a produção do teor de óleo em gergelim foi superior a 50% na cultivar BRS Seda em condições irrigadas.

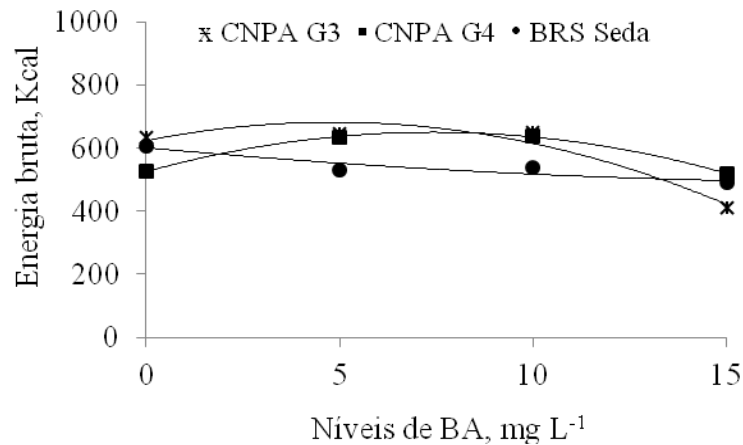
O teor de óleo é uma variável muito sensível há diversos fatores, dentre eles: genótipos, condições climáticas, estágio de maturação da planta, época de colheita e método de extração usado. Nesse sentido Albuquerque *et al.* (2013), reportaram que nas condições irrigadas o conteúdo de óleo de gergelim variou de 47,74 a 60,71% e sob regime de sequeiro a amplitude de variação foi de 47,08 a 53,64%.

A energia bruta (EB) da semente foi significativa em relação as concentrações do hormônio Benziladenina. O ponto de máxima eficiência estimada foi de 4,81 mg L<sup>-1</sup> de Benziladenina, obtendo uma produção energética de 682,2 kcal 100 g<sup>-1</sup> de sementes para a cultivar CNPA G3 (Figura 8).

$$\begin{aligned} \text{CNPA G3 } y &= 623,93 + 24,18x - 2,5087x^2 \quad R^2 = 0,93 \\ \text{CNPA G4 } y &= 5257,2 + 336,25x - 22,66x^2 \quad R^2 = 0,99 \\ \text{BRS Seda } y &= 601,24 - 11,236x + 0,2855x^2 \quad R^2 = 0,86 \end{aligned}$$



Figura 8. Energia bruta em Kcal por 100 g de amostra nas sementes das cultivares de *Sesamum indicum*, submetidas as diferentes concentrações de Benziladenina.



Porém, considerando os resultados desta pesquisa, a concentração que influenciou na maior produção de energia bruta foi 5 mg L<sup>-1</sup> de Benziladenina para a cultivar CNPA G3. Quando aumentaram-se as concentrações, observaram decréscimos nas produções de energia bruta para as cultivares CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda.

É importante ressaltar que a cultivar BRS Seda no presente trabalho obteve uma média de produção de energia em torno de 500 kcal 100 g<sup>-1</sup>, visto que, para essa cultivar a média de produção de energia bruta encontrada é em torno de 563 kcal 100 g<sup>-1</sup> (EPSTEIN, 2000).

Em condições semiáridas, a baixa capacidade de armazenamento de água e a baixa fertilidade do solo, afetam a produção. Entretanto, uma das formas reverter a situação e aumentar desempenho da cultura do gergelim, visto que é uma espécie que possui elevada resistência estomática, assim, reduz bastante a transpiração e, conseqüentemente, o consumo de água, que é uma das principais características fisiológicas dessa planta (SOUZA *et al.*, 2000).

A utilização de cultivares geneticamente modificadas para adaptar-se as condições climáticas, o manejo adequado da fertilidade do solo, como exemplo o uso de matéria orgânica para manter a fertilidade do solo e disponibilizar nutrientes necessários para atender às exigências da cultura de forma gradativa, melhorar as propriedades físicas e favorecer a fauna do solo, manejo de pragas e doenças (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018).

Além do uso de hormônios como a Benziladenina, que é responsável por acelerar a divisão e expansão celular, o que pode resultar em maior resistência dos tecidos dos frutos nas fases de desenvolvimento rápido. Influenciando no aumento da taxa de incorporação de aminoácidos, no retardamento da senescência e no aumento de absorção de nutrientes, alteração no metabolismo das plantas tornando-as mais eficientes na produção e no uso de fotoassimilados, em consequência pode resultar em maior produção de sementes por planta (TAIZ; ZAIGER, 2013).

Portanto, o uso de reguladores de crescimento é uma técnica importante para a agricultura moderna e representa uma alternativa para maximizar a eficiência do uso de nutrientes orgânicos e minerais dentro dos manejos para a cultura do gergelim nas condições do Semiárido (GOUVEIA *et al.*, 2012).

#### **4 CONCLUSÃO**

A cultivar CNPA G4 de *S. indicum* teve maior adaptação nas condições do Semiárido por apresentar maior taxa de fotossíntese líquida e desempenho fisiológico: altura de plântulas, diâmetro do colo, área foliar e menor concentração interna de CO<sub>2</sub> independente da aplicação do Benziladenina;

A cultivar CNPA G3 obteve incremento apenas no comprimento de raiz e o maior aumento na taxa de energia bruta sem a aplicação do Benziladenina;

As cultivares CNPA G3, CNPA G4 e BRS Seda de *S. indicum* obtiveram elevados teores de óleo independente do uso do hormônio Benziladenina.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*in memoriam*) pelo incentivo ao desenvolvimento deste trabalho e seu comprometimento com a Ciência.

**REFERÊNCIAS**

1. Albuquerque, F. A.; Beltrão, N. E. M.; Lucena, A. M. A.; Oliveira, M. I. P.; Cardoso, G.D. Ecofisiologia do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: BELTRAO, N.E.M.; OLIVEIRA, M.I.P. (Orgs.). Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão manso e sisal. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2011. p. 163-194.
2. Beltrão, N. E. M.; Ferreira, L. L.; Queiroz, N. L.; Tavares, M. S.; Rocha, M. S.; Alencar, R. D.; Porto, V. C. N. O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro. Natal: IFRN, 2013. 225 p.
3. Borges, L. P. Redução do abortamento de vagens e produtividade de plantas de soja tratadas com benziladenina. 2014. 27 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Goiás, Goiânia, GO, 2014.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de semente. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Brasília, DF, 2009. 365 p.
5. Cody, R. An introduction to SAS®. Cary: SAS Institute, 2015.
6. Costa, F. S.; Gomes, A.H.S.; Ferreira, D.J.L.; Chaves, L.H.G.; Magalhães, I.D.; PINTO SOBRINHO, P.F. Crescimento e produção do gergelim irrigado em função da adubação potássica e nitrogenada. Workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação. Fortaleza, 2012.
7. Costa-Silva, A. T. V. et al. Avaliação da senescência foliar de plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas a doses de benziladenina. Revista Agrotecnologia, 2012; 3(1): 01-19.
8. Cargnelutti Filho, A.; Araújo, M. M.; Gasparin, E.; Foltz, D. R. B. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de plantas de Timbouva. Floresta e Ambiente, 2018; 25(1): 1-9.
9. Dalastra, G. M.; Echer, M. M.; Guimarães, V. F.; Hachmann, T. L.; Inagaki, A. M. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. Bragantia, 2014; 73(4): 365-371.
10. EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos, Brasília, DF; Embrapa, Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353 p.
11. Epstein, L. Cultura Gergelim. SEAGRI - BA. Salvador, 2000, 10p. <<http://www.seagri.ba.gov.br/gergelim.htm>>. Acesso em: 10 Ago. 2020.
12. Euba Neto, M.; Pereira, W. E.; Souto, J. S.; Arriel, N. H. C. Crescimento e produtividade de gergelim em Neossolo Flúvico em função de adubação orgânica e mineral. Revista Ceres, 2016; 63(4): 568-575.
13. Ferraz, R. L. S.; Melo, A. S.; Suassuna, J. F.; Brito, M. E. B.; Fernandes, P. D.; Nunes Júnior, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro

cultivados no semiárido. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 2012; 42(2): 181-188.

14. Grilo Júnior, J. A. S.; Azevedo, P. V. de. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim 'BRS Seda' na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). *Revista Holos*, 2013; 2(10): 19-33.
15. Gouveia, E. J.; Rocha, R. B.; Laviola, B. G.; Ramalho, A. R.; Ferreira, M. G. R.; Dias, L. A. S. Aumento da produção de grãos de pinhão manso pela aplicação de benziladenina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2012; 47(10): 1541-1545.
16. Matos, F. S. et al. Aplicação de benziladenina em plantas de pinhão manso. *Revista Agrotecnologia*, 2013; 4(2): 57 - 67.
17. Melo, A. S.; Suassuna, J. F.; Fernandes, P. D.; Brito, M. E. B.; Suassuna, A. F.; Aguiar Netto, A. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. *Acta Scientiarum Agronomy*, 2010; 32(1): 73-79.
18. Oliveira, B. A. S.; Maciejewski, P.; Ramm, A.; Frölech, D. B.; Mattos, M. G. Tipos e concentrações de auxinas no enraizamento ex vitro de mirtileiro 'Woodard'. *Brazilian Journal of Development*, 2020; 6(6): 37823-37832.
19. 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*, 2010; 32(1): 93-98.
20. Santos, V. M. et al. Índices fisiológicos de plântulas de milho (*Zea mays* L.) sob ação de bioestimulantes. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2013; 4(3): 232-239.
21. 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*, 2014; 18(4): 408-416.
22. Silva, L. C. et al. Um método simples para estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). *Revista Brasileira de Oleaginosas Fibrosas*, 2002; 6(1): 491-496.
23. Silva, D. J.; Queiroz, A. C. *Análises de alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 235 p.
24. Souza, J. G. de; Beltrão, N. E. M.; Santos, J. W. dos S. Fisiologia e produtividade do gergelim em solo com deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 2000; 4(3): 163-169.
25. Storck, L. et al. *Experimentação vegetal*. 3. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. 200 p.
26. Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954 p.
27. Vezzani, F. M.; Mielniczuk, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2011; 35(1): 213-223.