

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis E
NITROGÊNIO EM MUDAS DE *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich.

Rodrigo da Silva Bernardes

Dourados
Mato Grosso do Sul
2022

EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis E
NITROGÊNIO EM MUDAS DE *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich.

Rodrigo da Silva Bernardes
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: PROF^a. DR^a. SILVIA CORREA DOS SANTOS
Coorientador: PROF. DR. CLEBERTON CORREIA SANTOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B522e	<p>Bernardes, Rodrigo da Silva. Extrato de alga <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis e nitrogênio em mudas de <i>Alibertia edulis</i> (rich) A. Rich.. / Rodrigo da Silva Bernardes. – Dourados, MS : UFGD, 2022.</p> <p>Orientadora: Prof. Silvia Correa dos Santos. Coorientador: Prof. Cleberton Correia Santos. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Marmelo do cerrado. 2. Ureia. 3. Bioestimulante. 4. Manejo fisiológico e nutricional. I. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

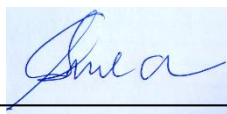
©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis E
NITROGÊNIO EM MUDAS DE *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich.

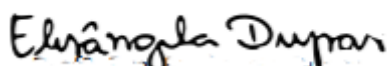
RODRIGO DA SILVA BERNARDES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM AGRONOMIA

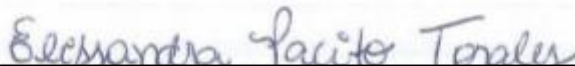
Aprovada em: 25 de fevereiro de 2022



Profa. Dra. Silvia Correa Santos
UFGD



Prof. Dra. Elisangela Dupas
UFGD



Profa. Dra. Elissandra Pacito Torales
UNEMAT

“Todo nosso conhecimento se inicia com sentimentos.”

Leonardo da Vinci

Ao meu irmão Rudnei da Silva Bernardes, o maior guerreiro de todos...
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Rosana Santos da Silva e Roberto Nunes Bernardes, por permitir e me apoiar a chegar até aqui, longe de casa e com toda saudade;

Aos meus irmãos João Roberto da Silva Bernardes e Rudnei da Silva Bernardes, por estarem ao meu lado;

Um agradecimento em especial aos meus sobrinhos Ronald Gabriel Bernardes e Emanuely Bernardes, que mesmo pequenos, me proporcionaram alegria e momentos de descontração;

À minha avó Sebastiana Socorro da Silva, que me liga semanalmente, demonstrando preocupação;

Às minhas tias Rosália da Silva Bernardes, Rosana Nunes Bernardo e Regina Nunes Bernardo, pelos diários “bom dia”, que alegravam a minha manhã;

Aos meus amigos, Jonas da Silva Melo, Lucas Oliveira Moura, Mariany Balbuena da Silva, Pedro Araújo Fernandes e Tainan Fabbri Scalco, por se dispuserem a ser meus anotadores;

A todos meus amigos, de dentro e fora da faculdade, que de alguma forma me apoiaram durante o processo;

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar o mestrado em Produção Vegetal;

À professora Silvia Correa Santos, pela orientação e ensinamentos repassados;

Ao professor Cleberton Correia Santos, pela coorientação e colaboração nas análises estatísticas e revisões da redação;

Ao Alex Polatto e Ana Maria Scoton, por estar ao meu lado desde a graduação, e permitir dividirmos as dificuldades da vida de mestrando;

À equipe do Horto de Plantas Medicinais por permitir a instalação do experimento na área;

Enfim, a todos e todas que me apoiaram direto e indiretamente para realização deste trabalho;

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	4
3 RESULTADOS	8
4 DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÃO	19
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

RESUMO

Alibertia edulis (Rich) A. Rich. (marmelo do Cerrado, Rubiaceae) é uma árvoreta, em que seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou processados. As folhas e frutos possuem propriedades medicinais bastante difundidas em comunidades da região do Cerrado. Por ser uma espécie nativa, o extrativismo desenfreado torna-se uma ameaça, havendo a necessidade de estudos acerca do manejo e cultivo da espécie *ex-situ*. O uso de bioestimulantes também tem sido difundido na agricultura, como forma de obtenção de mudas de qualidade. Dentre esses, podemos destacar o bioestimulante à base de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum* - EAn) que aumenta o crescimento de plantas, mitiga alguns estresses bióticos e abióticos e melhora a defesa dos vegetais por meio de regulação de processos fisiológicos. Com isso, o objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento de mudas de marmelo do Cerrado com aplicação EAn e N. O experimento se deu com aplicação de 5 doses de EAn (0, 5, 10, 15 e 20 mL L⁻¹ de água), com e sem adição de N (50 mg kg⁻¹) ao solo. O experimento foi realizado em vasos plásticos de 5 L, sob viveiro com 50% de sombreamento e avaliou-se: altura, diâmetro, número de folhas e clorofila a cada 30 dias, dos 50 aos 200 dias após o transplântio (DAT). Após a colheita, avaliou-se a biomassa da planta, área foliar, razão de área foliar, relação parte aérea-raiz - RPAR, qualidade das mudas, teor de N no tecido vegetal e eficiência de absorção e utilização de N pela planta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com três repetições, e cada unidade experimental foi constituída de um vaso com 2 plantas em cada. As maiores alturas das mudas foram de 17,83 e 16,25 cm e os diâmetros de 3,77 e 3,29 mm com 15 e 20 mL de EAn L⁻¹, respectivamente. O maior número de folhas foi de 13,4 folhas com N. A razão de área foliar e relação parte aérea/raiz das mudas foi influenciada pela interação entre doses de EAn e N, sendo que a maior foi de 0,62 cm²/g sem EAn e sem N. A maior RPAR foi de 1,52 nas mudas cultivadas com dose de 4,52 mL de EAn L⁻¹ sem N. Os maiores valores de biomassa da parte aérea e total foram em mudas cultivadas com 15,86 e 20 mL de EAn L⁻¹, ambas com N, enquanto que as mudas que receberam 20 mL de EAn L⁻¹ tiveram maior MSR (1,92 g planta⁻¹). O índice de qualidade Dickson apresentou ajuste linear com maiores valores (0,63 e 0,61) sem e com N, ambas com 20 mL de EAn L⁻¹, respectivamente. Sugere-se a aplicação de EAn, independente da adição de N, é uma prática promissora na produção de mudas de *A. edulis*.

Palavras-chave: marmelo do Cerrado, ureia, bioestimulante, manejo fisiológico e nutricional

ABSTRACT

Alibertia edulis (Rich) A. Rich. (Cerrado quince, Rubiaceae) is a tree whose fruits can be consumed fresh or processed. The leaves and fruits have medicinal properties that are widespread in communities in the Cerrado region. As it is a native species, unbridled extractivism becomes a threat, and there is a need for studies on the management and cultivation of the species *ex-situ*. The use of biostimulants has also been widespread in agriculture, as a way of obtaining quality seedlings. Among these, we can highlight the biostimulant based on seaweed extract (*Ascophyllum nodosum* - EAn) that increases plant growth, mitigates some biotic and abiotic stresses and improves plant defense by regulating physiological processes. Thus, the objective of this work was to evaluate the growth of Cerrado quince seedlings with EAn and N application. The experiment was carried out with the application of 5 doses of EAn (0, 5, 10, 15 and 20 mL L⁻¹ of water), with and without addition of N (50 mg kg⁻¹) to the soil. The experiment was carried out in 5 L plastic pots, under a nursery with 50% shading, and the height, diameter, number of leaves and chlorophyll were evaluated every 30 days, from 50 to 200 days after transplanting (DAT). After harvesting, plant biomass, leaf area, leaf area ratio, shoot-root ratio - RPAR, seedling quality, N content in plant tissue and efficiency of N uptake and use by the plant were evaluated. The experimental design used was randomized blocks, in a 5 x 2 factorial scheme, with three replications, and each experimental unit consisted of a pot with 2 plants in each. The highest seedling heights were 17.83 and 16.25 cm and diameters of 3.77 and 3.29 mm with 15 and 20 mL of EAn L⁻¹, respectively. The highest number of leaves was 13.4 leaves with N. The leaf area ratio and shoot/root ratio of the seedlings was influenced by the interaction between EAn and N doses, the highest being 0.62 cm²/g without EAn and without N. The highest RPAR was 1.52 in seedlings cultivated with a dose of 4.52 mL of EAn L⁻¹ without N. The highest values of shoot and total biomass were in seedlings cultivated with 15.86 and 20 mL of EAn L⁻¹, both with N, while the seedlings that received 20 mL of EAn L⁻¹ had higher MSR (1.92 g plant⁻¹). The Dickson quality index showed linear adjustment with higher values (0.63 and 0.61) without and with N, both with 20 mL of EAn L⁻¹, respectively. It is suggested the application of EAn, independent of the addition of N, is a promising practice in the production of seedlings of *A. edulis*.

Keywords: Cerrado quince, urea, biostimulant, physiological and nutritional management

1 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies frutíferas e nativas no Cerrado, a *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich. (marmelo do Cerrado, Rubiaceae) é uma arvoreta semidecídua dioica, apresentando folhas grandes, flores brancas e frutos do tipo bagas globosas, com polpa marrom carnosa e adocicada. O fruto é consumido *in natura* ou processado, como licores, geleias e doces (SOBRINHO et al., 2017; SANTOS et al., 2020a), o que agrega valor e torna-se alternativa de renda familiar para comunidades rurais tradicionais.

As folhas e frutos de *A. edulis* possuem propriedades medicinais bastante difundidas em comunidades da região do Cerrado (CARDOSO e MORENO, 2013), dentre essas, podemos destacar as atividades diuréticas, anti-hipertensivas e antidiabéticas, e o extrato metanólico das folhas possui atividades antitumoral e antifúngica contra o *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans* (GUPTA et al., 1996; AQUINO et al., 2017; TOLOUEI et al., 2018; AQUINO et al., 2020). Além disso, as mudas de *A. edulis* também podem ser utilizadas em reflorestamento, enriquecimento de matas nativas, sistemas agroflorestais e arborizações urbanas (BENTO et al., 2016; SANTOS et al., 2020b).

Por se tratar de uma espécie nativa no Cerrado, o extrativismo desenfreado é uma ameaça, havendo a necessidade de mais estudos acerca do manejo e cultivo *ex situ*, a fim de evitar problemas de extinção e favorecer a exploração sustentável. Entretanto, informações quanto às respostas das mudas de *A. edulis* em relação ao manejo fisiológico e nutricional, dentre eles o nitrogênio (N), ainda são escassas. Santos et al. (2020b) verificaram que o uso de 50 mg de N kg⁻¹ de substrato contribuiu positivamente na produção e qualidade de mudas de *Alibertia sessilis* K. Schum, pertencente ao mesmo gênero e família botânica que *A. edulis*.

O N é um dos nutrientes mais limitantes no crescimento das plantas, sendo o que mais contribui no incremento de biomassa. A absorção de N ocorre, principalmente na forma de nitrato (NO₃⁻) ou de amônio (NH₄⁺), e exerce papel importante na fotossíntese, pois é uma das moléculas componentes da clorofila e de outros processos metabólicos (TAIZ et al., 2017; FARIA et al., 2020), melhorando a nutrição e o crescimento das mudas, especialmente pelo fato de as espécies nativas geralmente apresentarem crescimento inicial lento (SANTOS et al., 2020b).

Atualmente no mercado agrícola, têm-se recomendado o uso de bioestimulantes para o manejo fisiológico e nutricional das plantas. Eles funcionam como ativadores dos processos fisiológicos da planta, visando melhorar as características morfológicas permitindo melhor desenvolvimento e produção de mudas de melhor qualidade (ROSETO et al., 2017). Dentre os mais utilizados, podemos destacar os de base de extrato de algas marinhas (CARVALHO e CASTRO, 2014; VAN OOSTEN et al., 2017).

As algas marinhas são organismos macroscópicos encontrados em regiões costeiras e/ou marinhos, e são ricas em polissacarídeos, ácidos graxos, enzimas e peptídeos (OKOLIE et al., 2018). A alga marinha mais pesquisada para uso em bioestimulantes vegetais é a *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, recentemente difundida na comunidade científica, e que contribui para o crescimento de plantas, mitiga estresses bióticos e abióticos e melhora a defesa dos vegetais por meio de regulação de processos fisiológicos, bioquímicos e moleculares, com vários modos de ação diferentes (SHUKLA et al., 2019).

Staykov et al. (2020), ao avaliarem o pré-tratamento com solução de extrato de *Ascophyllum nodosum* em folhas de tomate (*Solanum lycopersicum* cv. MoneyMaker) e pimenta doce (*Capsicum annuum* cv. Kurtovska Kapiya-1), encontram que a solução protege fortemente contra danos induzidos por Paraquat. Também, com interesse de aumentar a qualidade nutricional de produtos frescos, especialmente de vegetais, Fan et al. (2011) encontraram que a aplicação de 1 g L⁻¹ de extrato de alga *Ascophyllum nodosum* em raízes de espinafre (*Spinacia oleracea* L.) estimulou a síntese de flavonóides nas folhas, aumentando assim a qualidade nutricional.

Utilizada desde o século XIX como fertilizante e fonte de matéria orgânica na agricultura do Canadá, França e Inglaterra (SILVA et al., 2012), a *A. nodosum* é rica em vários compostos fenólicos bioativos que melhoram a qualidade de frutas (FRIONI et al., 2018), aumentam o crescimento e rendimentos vegetal (BATTACHARYYA et al., 2015), aumentam a disponibilidade e absorção de nutrientes, reduzem a peroxidação lipídica da pós-colheita, melhoram a tolerância à salinidade e seca nas plantas e aumentam a capacidade de defesa das plantas no combate a patógenos (JAYARAMAN et al., 2011; DU JARDIN, 2015).

Considerando a importância do N na produção de mudas e na silvicultura, estudos que visam alternativas sustentáveis ao uso do nutriente, sozinhas ou associadas com produtos de base ecológica, ainda são escassos. O uso excessivo de fertilizantes para

o aumento da produção agrícola tem causado impactos ambientais, muitas vezes irreversíveis, havendo a necessidade de soluções urgentes (SILVA et al., 2016). Uma das alternativas sustentáveis que podem potencializar os efeitos do N, substituí-los ou reduzi-los, são os biostimulantes vegetais, nova classe de insumos agrícolas que surgem como alternativa a parte dos tradicionais fertilizantes minerais.

Com a crescente preocupação em produzir produtos com base orgânica e livre de contaminação, o uso de bioestimulante à base de extrato de *A. nodosum* torna-se uma alternativa. Entretanto, estudos com espécies frutíferas e nativas ainda são incipientes, havendo a necessidade de novas pesquisas acerca do manejo, composição e doses desse composto na *A. edulis*.

A hipótese de que a aplicação foliar de extrato de *Ascophyllum nodosum* (EAn) associado ao N pode ser prática silvicultural na fase de produção de mudas, e então objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da alga *A. nodosum* associada ou não com N na qualidade e eficiência em mudas de *A. edulis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de março a outubro de 2021, em viveiro com cobertura superior e lateral com tela de nylon de coloração preta com 50% de sombreamento e proteção superior de cobertura plástica de 150 μm , no Horto de Plantas Mediciniais (22°11'43.7"S e 54°56'08.5"W, 452 m), da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados – MS, Brasil. De acordo com Kottek et al. (2006), o clima é uma monção equatorial (Am), sendo caracterizada como zona de transição entre a savana equatorial com inverno (Aw), ao norte, e o temperado quente totalmente úmido com verão quente (Cfa), ao sul, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 22°C e 1500 mm, respectivamente.

As sementes utilizadas foram coletadas aleatoriamente de frutos de matrizes de *A. edulis* (Cadastro de acesso SISGEN Nº A9CDAAE - CGEN-MMA, de 15/10/2018) em área remanescente de Cerrado (18°07'03''S, 54°25'07''W, 452 m). A espécie foi identificada e uma exsicata está depositada no herbário DDMS, da UFGD, sob número 4649. Os frutos foram despolpados manualmente e as sementes selecionadas e lavadas em água corrente. Em seguida, foram semeadas em bandejas de poliestireno de 128 células, com substrato Tropstrato[®]. Assim que as plântulas atingiram altura média de 5,0 cm, o que ocorreu 60 dias após a semeadura, foram transplantadas para vasos com capacidade de 5 litros, preenchidos com Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa.

Os fatores em estudo foram constituídos de cinco doses de extrato de alga *Ascophyllum nodosum* L. (EAn): 0, 5, 10, 15 e 20 mL L⁻¹ de água, associadas ou não ao N. O N foi aplicado na dose de 50 mg kg⁻¹ no solo aos 30 DAT, utilizando como fonte a ureia (40%). O EAn utilizado foi o Acadian[®] cuja especificações físicas e químicas encontram-se no Quadro 1, conforme fabricante. A aplicação do EAn foi feita via foliar no período matutino até ponto de gotejamento (10 mL por planta), realizada a cada 30 dias, dos 20 aos 200 dias após o transplantio (DAT) (Quadro 2). As avaliações ocorreram a partir dos 30 dias após a primeira aplicação de EAn, a cada 30 dias, totalizando seis avaliações (Quadro 2).

QUADRO 1. Especificações físicas e químicas do extrato líquido comercial Acadian®

Dados físicos	Descrição
Aparência	Líquido viscoso marrom-escuro
Odor	Odor marinho
Solubilidade em água	100%
Ph	7,4 – 8,2
Análises discriminatórias	Quantidade
Matéria orgânica	13 – 16%
Nitrogênio total (N)	0,30 – 0,60%
Fosfato disponível (P ₂ O ₅)	< 0,1%
Potássio solúvel (K ₂ O)	5,00 – 7,00%
Enxofre (S)	0,30 – 0,60%
Magnésio (Mg)	0,05 – 0,10%
Cálcio (Ca)	0,10 – 0,20%
Ferro (Fe)	30 – 80 ppm
Cobre (Cu)	01 – 05 ppm
Zinco (Zn)	05 – 15 ppm
Manganês (Mn)	01 – 05 ppm
Boro (B)	20 – 50 ppm
Carboidratos	Ácido algínico, manitol e fucoidinas
Aminoácidos	1,01%

Fonte: Acadian Seaplants Limited (2021).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo que os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco doses de EAn e com e sem N adicionados ao solo, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso plástico com capacidade de 5 L, com duas plantas em cada.

Durante o ciclo de cultivo, foram realizadas irrigações diárias, e retirada de plantas espontâneas quando necessário. Houve ocorrência de mosca branca (*Bemisia tabaci* Genn.) aos 170 DAT, e realizou-se o controle por meio da aplicação de 5,0 mL L⁻¹ de inseticida a base de Teflubenzurom, utilizando pulverizador costal-manual.

QUADRO 2. Cronograma de aplicação do extrato de EAn e avaliações de mudas de *Alibertia edulis*. FCA- UFGD. Dourados, MS

Fase	DAT	DAA
Transplântio	--	--
1ª aplicação do EAn	20	--
Aplicação de N via solo	30	--
2ª aplicação do EAn / 1ª avaliação	50	30
3ª aplicação do EAn/ 2ª avaliação	80	60
4ª aplicação do EAn/ 3ª avaliação	110	90
5ª aplicação do EAn/ 4ª avaliação	140	120
6ª aplicação do EAn/ 5ª avaliação	170	150
7ª aplicação do EAn/ 6ª avaliação	200	180
Colheita	205	185

*DAT: dias após o transplântio; DAA: dias após aplicação.

A cada 30 dias, iniciando-se aos 50 até os 200 DAT, foram realizadas as avaliações das características não destrutivas: a altura da planta foi medida utilizando régua graduada em centímetros, tendo como padrão de medida a distância entre o coleto até a inflexão da folha mais alta, e os resultados expressos em cm por planta. O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital colocado a 1 cm acima do nível do substrato, e o número de folhas computado de forma manual. O índice de clorofila foi medido com o clorofilômetro portátil ClorofiLOG CFL 1030 Falker.

Aos 205 DAT, as mudas foram colhidas inteiras dos vasos, lavadas e separadas em folhas, caule e raiz; além disso, foram coletadas amostras compostas do substrato proveniente de cada tratamento para caracterização dos atributos químicos (Quadro 3) de acordo com Silva (2009). A área foliar foi medida utilizando-se integrador de área (LICOR, modelo 3100 C – área Meter, in Nebraska, USA), e os resultados expressos em cm². Em seguida, os órgãos foram pesados em balança de precisão milesimal (0,0001 g) e acondicionadas em sacos de papel Kraft para secagem em estufa com 60 ± 2 °C por 72h.

QUADRO 3. Atributos químicos do solo após aplicação das doses de extrato de *Ascophyllum nodosum* (0, 5, 10, 15 e 20 ml L⁻¹) e adição de nitrogênio, aos 205 dias após o transplantio (DAT). UFGD, Dourados – MS. 2021

EAn/N		pH	P	Ca	K	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
		CaCl ₂	Mg dm ³	-----mmol _c dm ⁻³ -----							%
0 mL	com	4,8	7	36	3,6	13	0	48	52	100	52
	Sem	4,6	2	30	2,9	10	2	51	43	94	46
5 mL	Com	5,1	6	43	4,0	15	0	45	62	107	58
	Sem	4,8	3	34	3,1	11	0	46	48	94	51
10 mL	Com	5,1	5	46	4,3	16	0	45	66	111	59
	Sem	4,7	3	37	3,2	12	1	58	52	110	47
15 mL	Com	5,2	5	47	4,2	17	0	43	68	111	62
	Sem	5,2	5	52	4,8	18	0	47	74	122	61
20 mL	Com	5,2	6	49	4,7	17	0	43	71	114	62
	Sem	5,2	4	44	3,9	14	0	49	62	111	56

A partir dos dados de massa seca e área foliar foi calculado o índice fisiológico de razão de área foliar – RAF (HUNT, 2016) e a relação parte aérea/raiz (RPAR). O padrão de qualidade das mudas foi calculado de acordo com Dickson et al. (1960).

O material seco da planta inteira foi triturado e determinados os teores de nitrogênio das mudas conforme Malavolta (1997). Utilizando os dados de massa seca e dos teores de N foi calculada a eficiência de absorção (EA) (SWIADER et al., 1994) e do uso do nutriente (EUN) (SIDDIQUI e GLASS, 1981).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectou-se significância pelo teste F ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste t de Bonferroni ($p < 0,05$) para adição do nitrogênio, e feita análise de regressão testando os modelos matemáticos linear e quadrático para doses de extrato de alga ($p < 0,05$). Os dados obtidos ao longo do tempo foram analisados em parcelas subdivididas no tempo, e submetidas à análise de regressão ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram feitas utilizando o *software* SISVAR versão 5.3. (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS

A altura e diâmetro do caule das mudas de *A. edulis* foram influenciados significativamente pela interação entre as doses de extrato de alga *A. nodosum* e dias após a aplicação (DAA). As maiores alturas das mudas foram de 17,83 e 16,25 cm (Figura 1A) e os diâmetros de 3,77 e 3,29 mm (Figura 1B), ambas com 15 e 20 mL de $EA_n L^{-1}$, respectivamente, aos 180 DAA, enquanto que os menores valores de altura (9,94 e 9,54 cm) ocorreram sem e com 5 mL de $EA_n L^{-1}$, respectivamente.

O número de folhas foi influenciado pela interação N x DAA e isoladamente pelas doses de EA_n . O maior número de folhas foi de 13,4 folhas por planta com N aos 180 DAA (Figura 1C) e de 13,2 folhas com 15,5 mL de $EA_n L^{-1}$ (Figura 1D).

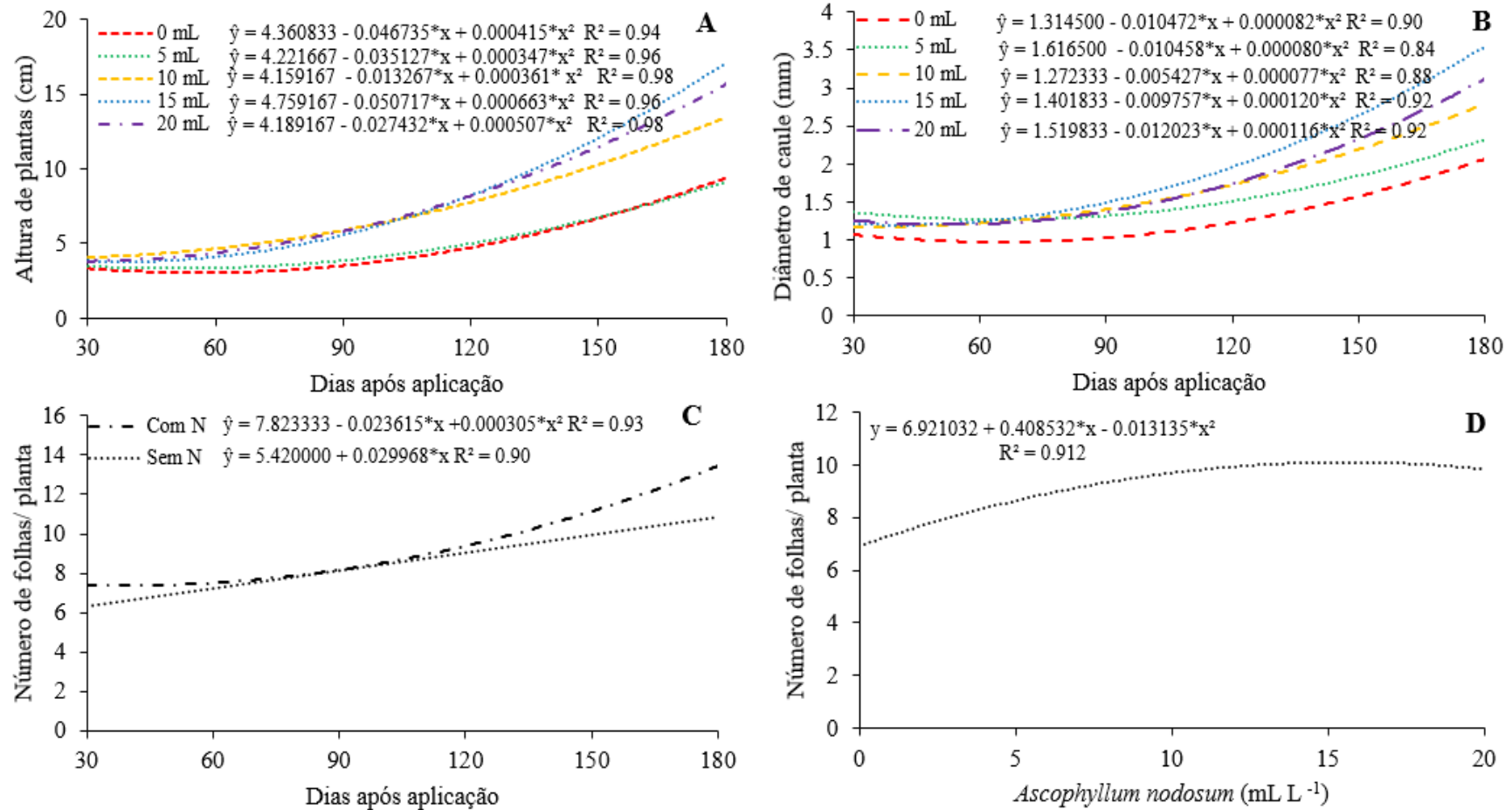


FIGURA 1. Altura (A), diâmetro (B) e número de folhas (C e D) de mudas de *A. edulis* cultivadas com aplicação de doses de extrato *Ascophyllum nodosum*, sem ou com adição de nitrogênio, em função de épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS. 2021. *($p < 0,05$).

O índice de clorofila nas folhas das mudas de *A. edulis* foi influenciado pela interação das doses de EAn e DAA (Figura 2 A), sendo que as mudas cultivadas com 15 mL de EAn L⁻¹ tiveram maior valor (42,50) aos 180 DAA. Observou-se interação entre as doses de EAn e N para área foliar, com maior valor (541,36 cm²/planta) nas mudas cultivadas com N e 13,98 mL de EAn L⁻¹, enquanto que aquelas que não receberam adição de N, os valores não se ajustaram aos modelos matemáticos testados, apresentando média de 365,85 cm².

A razão de área foliar (RAF) e relação parte aérea/raiz (RPAR) das mudas foram influenciados pela interação entre doses de EAn e N, sendo que a maior foi de 0,62 cm²/g sem EAn e sem N (Figura 2C). A maior RPAR foi de 1,52 nas mudas cultivadas com 4,52 mL de EAn L⁻¹ sem N.

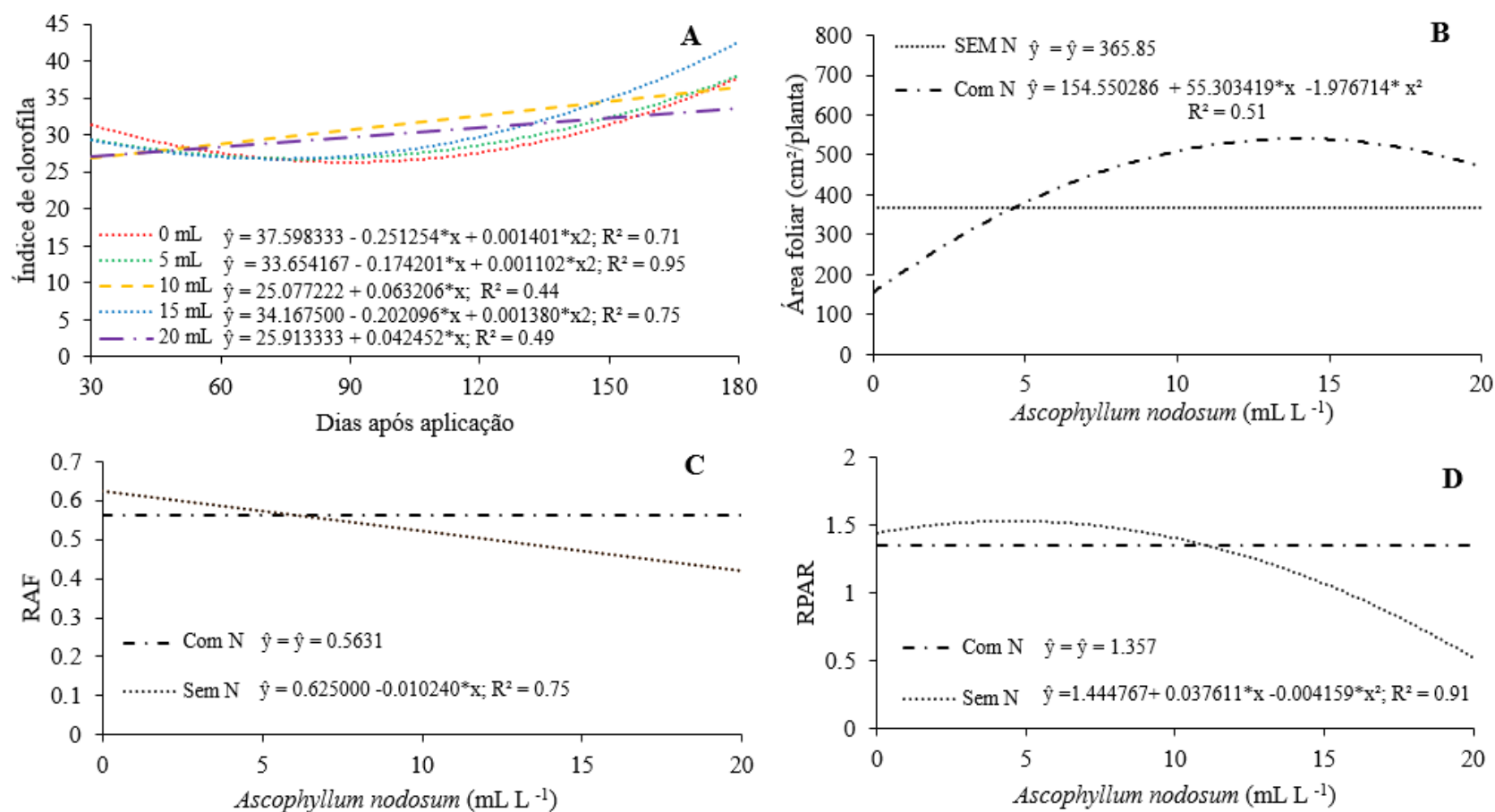


FIGURA 2. Índice de clorofila (A), área foliar (B), razão de área foliar – RAF (C) e relação parte aérea/raiz – RPAR (D) de mudas de *A. edulis* cultivadas com aplicação de *Ascophyllum nodosum*, sem ou com N. UFGD, Dourados – MS. 2021. *($p < 0,05$).

A massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) foram influenciadas pela interação entre as doses de *EAn* e uso do N, enquanto que a massa seca da raiz foi influenciada apenas pelas doses de *EAn*. Os maiores valores de MSPA e MST foram de 1,89 e 3,79 g por planta nas mudas cultivadas com 15,86 e 20 mL L⁻¹ de *EAn*, ambas com N (Figuras 3A e 3B), enquanto que sem N os valores apresentaram crescimento linear, com máxima em 1,63 g com 20 mL de *EAn* L⁻¹. As mudas que receberam 20 mL L⁻¹ *EAn* tiveram maior MSR (1,92 g planta⁻¹) (Figura 3C).

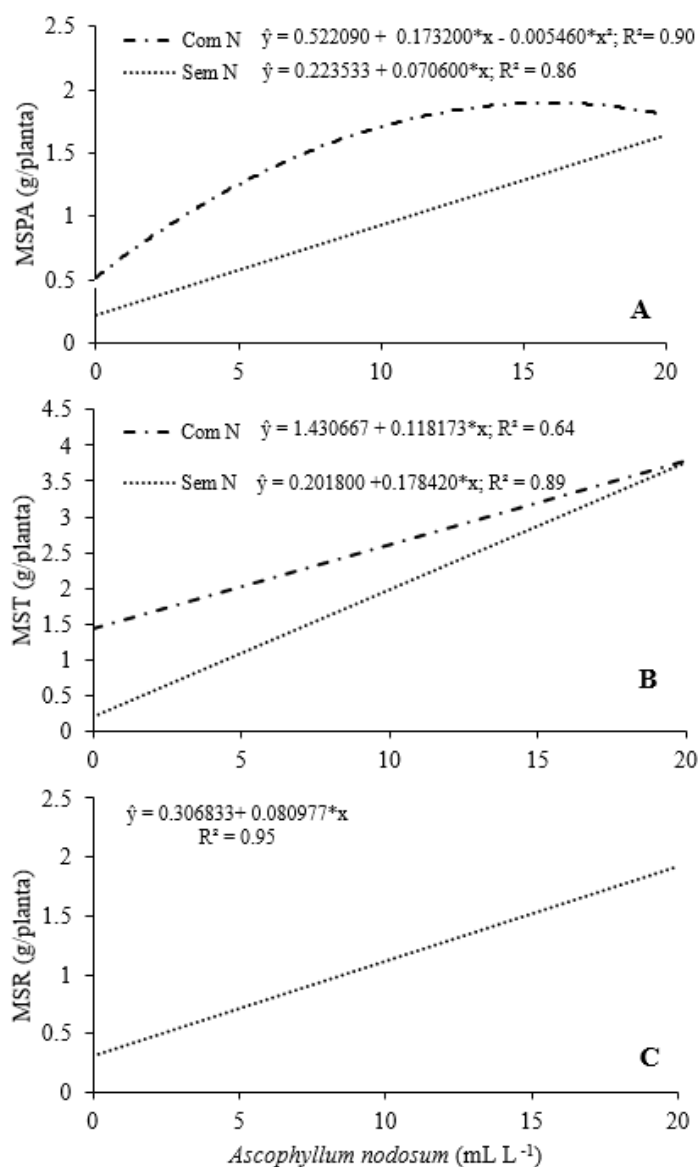


FIGURA 3. Massa seca da parte aérea (A), massa seca de raiz (B) e massa seca total (C) de plantas de *Alibertia edulis* cultivadas com aplicação de *Ascophyllum nodosum* (0, 5, 10, 15 e 20 mL L⁻¹) e adição de N. UFGD, Dourados – MS. 2021. *(p < 0,05).

O teor e a eficiência de absorção de N nas mudas de *A. edulis* foram influenciados pelas doses de EAn , com valores de $11,01 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,92 \text{ g g}^{-1}$ ao receberem aplicação de $6,54$ e $20,0 \text{ mL } EAn \text{ L}^{-1}$, respectivamente (Figuras 4A e 4B). Quanto à eficiência do uso do nutriente (EUN), verificou-se que houve interação entre os fatores em estudo, com ajuste linear tanto sem, quanto com N em função das doses de EAn . O maior valor ($0,57 \text{ g g}^{-1}$) ocorreu nas mudas cultivadas sem N com $20 \text{ mL de } EAn \text{ L}^{-1}$ (Figura 4C). O índice de qualidade Dickson foi influenciado pela interação N x EAn , apresentando ajuste linear com maiores valores ($0,63$ e $0,61$) sem e com N, ambas com $20 \text{ mL de } EAn \text{ L}^{-1}$, respectivamente (Figura 4D).

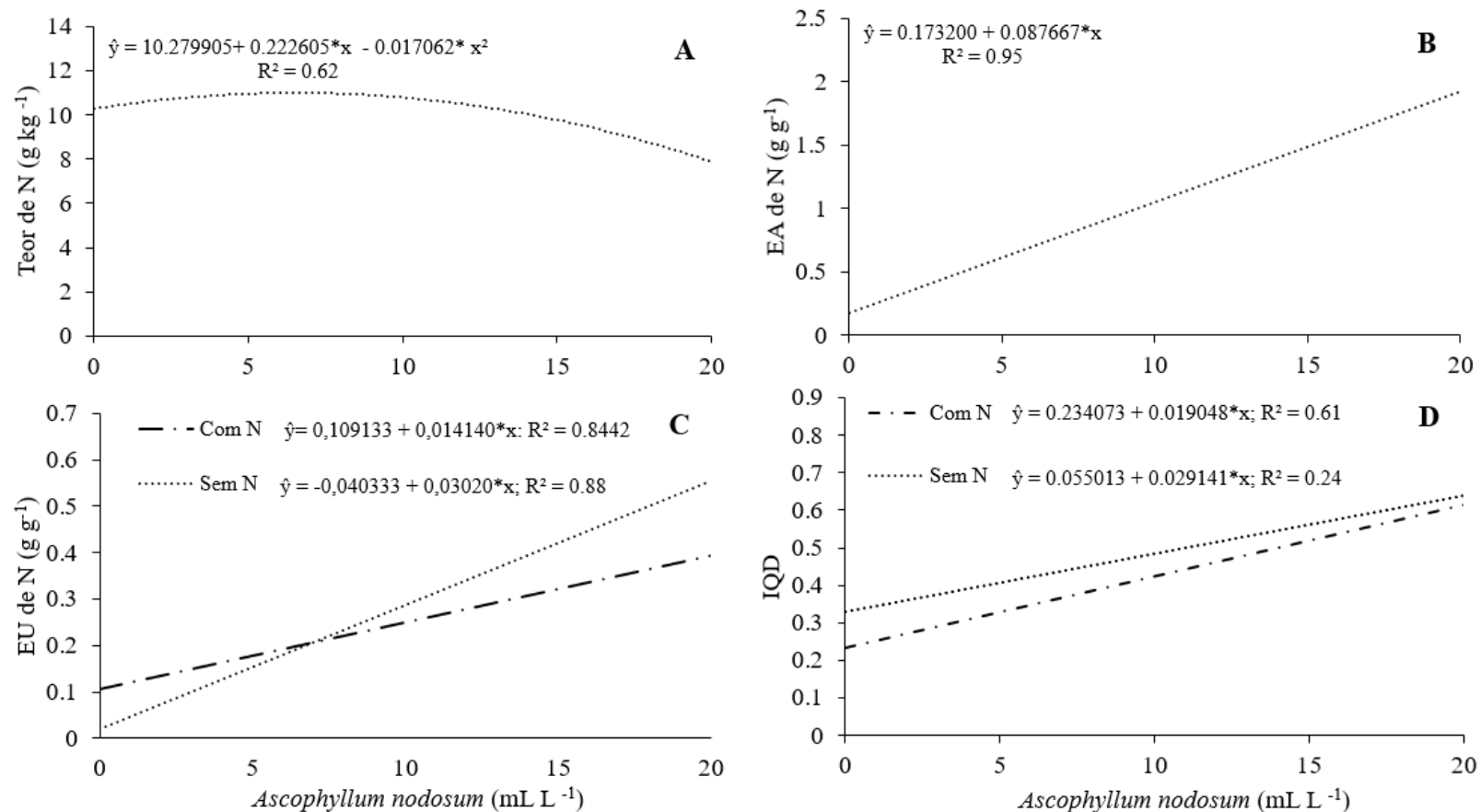


FIGURA 4. Teor (A), eficiência de absorção (B), eficiência de utilização (C) do nitrogênio e índice de qualidade Dickson (D) de mudas de *A. edulis* cultivadas com aplicação de *Ascophyllum nodosum*, sem ou com adição de N. UFGD, Dourados – MS. 2021. *($p < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

As mudas de *A. edulis* responderam positivamente quanto a aplicação foliar de EAn e ao uso de N, confirmando a hipótese. Os maiores resultados de altura e diâmetro com maiores doses de EAn estão associados ao aumento de hormônios exógenos presentes no extrato da alga marinha. De acordo com Khan et al. (2009) e Wally et al. (2013), o extrato de *A. nodosum* é um bioestimulante que apresenta elevados teores de auxina e citocinina. A auxina promove a divisão e alongamento celular, dominância apical e crescimento de raízes (SILVA et al., 2021), enquanto que a citocinina atua na divisão celular, desenvolvimento apical e formação de raízes, além de estimular o crescimento de tecidos meristemáticos e promover atividade fotossintética (ZWACK et al., 2013; BOTIN e CARVALHO, 2015; HARTMANN et al., 2017; CRUVINEL et al., 2019). Assim, reforça que houve efeito do EAn sobre o crescimento vegetativo das mudas de *A. edulis*. Os maiores valores de crescimento observados aos 180 DAA representa que a espécie apresentou crescimento gradual ao longo do ciclo de cultivo, isto é, resposta natural da maioria das espécies arbóreas/arvoretas pois apresentam ciclo perene.

O EAn melhora o crescimento e a produtividade de diversas espécies de interesse agrícola, principalmente pela indução da atividade hormonal e promoção da maior disponibilidade de nutrientes no tecido vegetal. Similarmente, plantas de *Solanum lycopersicum* L. (DI STASIO et al., 2018) e *Olea europaeae* L. (CHOULIARAS et al., 2009) que receberam aplicação de extrato de alga à base de *A. nodosum* produziram plantas com maiores teores de macro e micronutrientes, e mudas de *Spinacia oleraceae* L. (FAN et al., 2013) e *Lactuca sativa* L. (CHRYSARGYRIS et al., 2018) tiveram maiores indicadores de crescimento, todas em comparação a aquelas sem o extrato, demonstrando seu efeito benéfico na nutrição e desenvolvimento das plantas. A altura e diâmetro de caule em mudas é importante, já que permite avaliarmos as condições iniciais de crescimento das espécies, pois a produção vegetativa oferece melhores condições de desenvolvimento das plantas.

Quanto ao número de folhas, Santos et al. (2020c) observaram incremento dessa característica em mudas da mesma espécie ao longo do ciclo de cultivo aos 150 DAT. No que se refere ao efeito do N no número de folhas, esse é um dos nutrientes mais importantes no crescimento vegetativo, pois compõe as moléculas de ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas e clorofila (MORAES et al., 2017) e expansão dos limbos foliares

e maximização da taxa fotossintética. Além disso, o aumento do número de folhas com *EAn* deve-se possivelmente a presença de citocininas do extrato de algas, que contribui na divisão celular e expansão do tecido (WALLY et al., 2013).

O maior índice de clorofila pode estar associado ao aumento da capacidade de absorção de mais nutrientes pela planta com aplicação foliar *EAn*, especialmente em altura e exposição do dossel, permitindo maior eficiência de absorção e conversão de luz em energia química para o metabolismo fotossintético. Maiores teores de clorofila estão associados a maior AF, proporcionando melhores condições de conversão fotossintética e aumento na produção de fotossíntetos para expansão foliar (SANTOS et al., 2020c).

A maior área foliar nas mudas cultivadas com N deve-se ao fato de que o elemento é precursor da biossíntese de proteínas e da molécula de clorofila (RASTEIRO et al., 2021), enquanto que doses maiores de *EAn* estimulam maior absorção do nutriente (SHUKLA et al., 2019), tornando-se limitante, uma vez que sua disponibilidade no solo e a absorção pela planta influenciam mais do que qualquer outro nutriente.

Maiores doses de *EAn* desencadearam menores valores de RAF, ou seja, ocorreu incremento da taxa assimilatória líquida, uma vez que quanto menor valor de RAF menor a unidade de área foliar necessária para incremento de 1 g de biomassa, correlacionando-se positivamente com a maior eficiência de absorção de N (Figura 4B) e índice de clorofila (Figura 2A), o que favoreceu a eficiência fisiológica nas mudas de *A. edulis*. Nesse sentido, a aplicação foliar de *EAn* contribuiu positivamente no metabolismo foliar devido ao maior teor de N nas mudas. Quando absorvido, o N pode ser assimilado na própria raiz ou transportado para as folhas, onde então ocorre sua assimilação (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2000). O N no tecido vegetal associa-se com açúcares, formando aminoácidos e proteínas e a falta de N pode acarretar no acúmulo de açúcares no sistema da planta, reduzindo a produtividade (TAIZ et al., 2017; FARIA et al., 2020; MATTAR et al., 2021).

O aumento da MSR com doses crescentes de *EAn* está associado tanto a eficiência de absorção de N (Figura 4 - B) bem como pelo fato de o extrato atuar na síntese de hormônios, especialmente auxina e citocinina que estimula a formação e crescimento de raízes (SILVA et al., 2020; CRUVINEL et al., 2019), o que favorece tanto o comprimento como volume radicular para exploração rizosférica. Outras espécies, tal como a *Brassica oleracea* var. *viridis* (L.) (SILVA et al., 2012) e *Passiflora actinia* (Hook) (GOMES et al., 2018) também tiveram maior massa radicular quando receberam extrato a base de *A. nodosum*. O aumento do volume radicular propicia maior

ganho na absorção de água e nutrientes, resultando em maior desenvolvimento da planta e conseqüentemente maior eficiência metabólica (NEUMANN et al., 2017).

Os maiores valores de MSPA e MST das mudas de *A. edulis* com EAn e N devem-se ao incremento dos caracteres vegetativos (Figuras 1 e 3), demonstrando maior produção de fotoassimilados e alocação de biomassa. O padrão das mudas de *A. edulis* com aumento crescente das doses de EAn, independente do N, deve-se aos aminoácidos presentes na alga marinha.

Os aminoácidos são fundamentais no processo de síntese proteica e estão envolvidos em diversas funções, que podem influenciar direta ou indiretamente nas atividades metabólicas das plantas, tal como nas atividades antioxidantes que permitem maior duração de frutos e folhas recém colhidos, reduzindo a taxa de respiração e aumentando a preferência do consumidor (CHRYSARGYRIS et al., 2018). As plantas têm a capacidade de sintetizar os aminoácidos a partir dos elementos absorvidos pelo sistema radicular ou foliar, e transformá-los em enzimas e proteínas, envolvidas diretamente na produção de biomassa (PIRES et al., 2006; GAZOLA et al., 2014). Além disso, ressaltamos que os maiores valores de IQD é reflexo da maior eficiência de utilização e teor de N no tecido das mudas de *A. edulis*, contribuindo em sua robustez.

Os maiores teores de N encontrados nas menores doses podem ser explicados a partir do efeito diluição, considerando que as mudas nesses tratamentos apresentaram menores massas. Este efeito é caracterizado quando a taxa de crescimento relativo de matéria seca é superior à taxa de absorção relativa do nutriente. Portanto, em práticas de viveiro, ao fazer o uso de bioestimulante à base de extrato de alga marinha *A. nodosum*, é possível reduzir custos com adubos nitrogenados, uma vez que as mudas de *A. edulis* tiveram valores de MST e IQD próximos, independente da adição de N via solo, com maiores doses de EAn.

Com base em nossos resultados sugerimos que a aplicação de EAn é uma prática promissora na produção de mudas de *A. edulis*, pois favorece o aumento do vigor e sua qualidade baseando-se no aspecto visual de crescimento inicial (Figura 5). Em perspectivas futuras, novos estudos devem ser realizados testando-se o extrato da alga marinha *A. nodosum*, tal como determinação das trocas gasosas e atividade de enzimas antioxidantes e análise foliar de outros nutrientes.



FIGURA 5. Aspecto visual de plantas de marmelo do Cerrado cultivadas com aplicação de doses de *Ascophyllum nodosum* (0, 5, 10, 15 e 20 mL L⁻¹) e adição de N. UFGD, Dourados – MS. 2021.

5 CONCLUSÃO

O extrato de *Ascophyllum nodosum* contribuiu em maiores valores das características de crescimento, índices fisiológicos, produção de biomassa e teores de nitrogênio no tecido vegetal, conclui-se que a aplicação do extrato em doses de 15 e 20 mL L⁻¹ de extrato de *A. nodosum*, independente da adição de nitrogênio, favorecem a produção de elevada qualidade de mudas de *Alibertia edulis*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, D. F. S.; MONTEIRO, T. A.; CARDOSO, C. A. L.; VIEIRA, S. C. H.; VIEIRA, M. C.; PICOLI, K. S.; AMAYA-FARFAN, J.; CARVALHO, G. C. B. C.; MOURA, C. S.; MORATO, P. N. Investigation of the antioxidant and hypoglycemic properties of *Alibertia edulis* (L.C. Rich.) A.C. Rich. leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 253, p. 1-8, 2020.

AQUINO, D. F. de S.; TIRLONIA, C. A. S.; MENEGATI, S. E. L. T.; CARDOSO, C. A. L.; Silvia Cristina Heredia VIEIRA, S. C. H.; VIEIRA, M. do C.; SIMONET, A. M.; MACÍAS, F. A.; GASPAROTTO JUNIOR, A. *Alibertia edulis* (L.C. Rich.) A.C. Rich – A potent diuretic arising from Brazilian indigenous species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 196, p.193–200, 2017.

BATTACHARYYA D.; BABGOHARI M.Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Extratos de algas como bioestimulantes na horticultura. **Scientia Horticulturae**, v. 30, n. 196, p. 39–48, 2018.

BENTO, L. F.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E. Storage of *Alibertia edulis* seeds: influence of water content and storage conditions. **African Journal of Agriculture Research**, v. 11, n. 18, p. 1646-1655, 2016.

BOTIN, A. A; CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 83-96, 2015.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365–372, 2000.

CARDOSO, E. C.; MORENO, M. I. C. Considerações sobre aspectos da vegetação na Fazenda Pé do Morro, da Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 4, n.1, p. 1-6, 2013.

CARVALHO, M. E. A; CASTRO, P. R. de C. Extratos de algas e suas aplicações na agricultura. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2014. 58 p. (Série Produtor Rural, nº 56), 2014.

CHOULIARAS, V.; TASIOULA, M.; CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; TSABOLATIDOU, E. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L). cultivar Koroneiki. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p.984–988, 2009.

CHRYSARGYRIS, A.; XYLIA, P.; ANASTASIOU, M.; PANTELIDES, I.; TZORTZAKIS, N. Effects of *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts on lettuce growth, physiology and fresh-cut salad storage under potassium deficiency **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.98, p.5861-5872, 2018.

CREMON, T.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E. Drying and reduction in sensitivity to desiccation of seeds of *Alibertia edulis*: the influence of fruit ripening stage. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1.481–1.491, 2018.

CRUVINEL, F. F.; VASCONCELLOS, M. A. D. S.; MARTELLETO, L. A. P. Efeitos da citocinina benzilaminopurina na estaquia da pitaiá. **Nativa**, v. 7, n. 1, p. 43-49, 2019.

DI STASIO, E.; VAN OOSTEN, M. J.; SILLETTI, S.; RAIMONDI, G.; DELL'AVERSANA, E.; CARILLO, P. *Ascophyllum nodosum*-based algal extracts act as enhancers of growth, fruit quality, and adaptation to stress in salinized tomato plants. **Journal of Applied Phycology**, v. 30, p. 2.675–2.686, 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.

FAN, D., HODGES, D. M., ZHANG, J., KIRBY, C. W., JI, X., LOCKE, S. J., CRITCHLEY, A. T., PRITHIVIRAJ, B. Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. **Food Chemistry**, v. 124, n. 1, p. 195–202, 2011.

FAN Q. J.; ZHENG S. C.; YAN F. X.; ZHANG B. X.; QIAO G.; WEN X. P. Efficient regeneration of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and an assessment of the genetic fidelity of in vitro: derived plants using ISSR markers. **Journal Horticulture Science Biotechnology**, v. 88, n. 5, p. 631-637, 2013.

FARIA, I. P. C.; FONSECA, J. C.; PIRES, C. R. F.; CARDOSO, E. A.; RODRIGUES, N. M.; SOUSA, D. N. Qualidade nutricional e culinária de cultivares de arroz adubado com doses de nitrogênio. **Agri-environmental Sciences**, v. 6, n. 10, 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência agrotécnica**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRIONI, T.; TOMBESI, S.; QUAGLIA, M.; CALDERINI, O.; MORETTI, C.; PONI, S.; GATTI, M.; MONCALVO, A.; SABBATINI, P.; BERRIÒS, J. G.; PALLIOTTI, A. Metabolic and transcriptional changes associated with the use of *Ascophyllum nodosum* extracts as tools to improve the quality of wine grapes (*Vitis vinifera* cv. Sangiovese) and their tolerance to biotic stress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 14, p. 6350–6363, 2019.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. de B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 700–707, 2014.

GOMES, E. N., VIEIRA, L. M., TOMASI, J. D. C., TOMAZZOLI, M. M., GRUNENVALDT, R. L., FAGUNDES, C. D. M., MACHADO, R. C. B. Brown

seaweed extract enhances rooting and roots growth on *Passiflora actinia* Hook stem cuttings. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 3, p. 269–276, 2018.

GUPTA, M.P., MONGE, A., KARIKAS, G.A., LOPEZ DE CERAIN, A., SOLIS, P.N., DE LEON, E., NORIEGA, Y. Screening of Panamanian medicinal plants for brine shrimp toxicity, crown gall tumor inhibition, cytotoxicity and DNA intercalation. **International Journal of Pharmacognosy**, v. 34, n. 1, p. 19–27, 1996.

HUNT, R. Growth Analysis, Individual Plants. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**, 2 Ed., v. 1, 2017, p. 421–429.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 9. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2017.

JAYARAMAN, J.; NORRIE, J.; PUNJA, Z. K. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 353–361, 2011.

KHAN, W.; RAYIRATH, U. P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M. N.; RAYORATH, P.; HODGES, D. M. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 386–399, 2009.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., & RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 1997. 319 p.

MATTAR, G. S.; PURQUERIO, L. F. V.; MELETTI, L. M. M.; VALENTINI, S. R. de T.; PAULA, L. F. de; DUART, A. M. Nitrogen fertilization and spacing in productivity and quality of passion fruit implanted with advanced seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 5, p. 1-13, 2021.

MORAES, G. P.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F.; ALMEIDA, A. M. M. de; SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 109, 2017.

NEUMANN, E. R; RESENDE, J.T.V; CAMARGO, L.K.P; CHAGAS, R.R; LIMA FILHO, R.B. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 490-498, 2017.

NUNES, D. P.; SCALON, S. de P. Q.; BONAMIGO, T.; MUSSURY, R. M. Germinação de sementes de marmelo: temperatura, luz e salinidade. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1.737- 1.745, 2014.

OKOLIE, C. L.; MASON, B.; CRITCHLEY, A. T. “Seaweeds as a source of proteins for use in pharmaceuticals and high-value applications,”. **Proteins for Food, Pharmaceuticals, and Agriculture: Sources, Applications, and Advances**. ed. M. Hayes (Hoboken, NJ: Wiley), 2018, 217 p.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. de A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 179–187, 2006.

RASTEIRO, B. A. F.; ZUFI JUNIOR, F. C.; FISCHER FILHO, J. A. Interação de nitrogênio e zinco na produção de milho. **Ciência & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 97–109, 2021.

RIEDER, A. Plants used for diabetes in the transition zone of Platinum and Amazon Hydrographic Basins, southwest portion of Mato Grosso, Brazil. **Planta Medica**, v. 79, n. 13, p. 1-8, 2013.

ROSETO, S.; ERAZO, N.; GUALLPA, M. USIGNA, M. Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres sustratos en la propagación de *Vallea stipularis* L.f. **Enfoque UTE**. v. 8, n. 3, p. 28–40, 2017.

SANTOS, C. C.; BERNARDES, R. da S.; GOELZER, A.; SCALON, S. de P. Q.; VIEIRA, M. do C. Chicken manure and luminous availability influence gas exchange and photochemical processes in *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich seedlings. **Engenharia Agrícola**, v. 40, n. 4, p. 420-432, 2020a.

SANTOS, C. C.; ORTEGA, R. C. C.; SILVÉRIO, J. M.; POYER, H. C.; SCALON, S. P. Q.; VIEIRA, M. C. Nitrogen in the initial growth and photosynthesis photochemical in *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum. **Floresta**, v. 50, n. 2, p. 1.379 – 1.388, 2020b.

SANTOS, C. C.; VIEIRA, M. do C.; ZÁRATE, N. A. H.; CARNEVALI, T. de O.; GONÇALVES, W. V. Organic residues and bokashi influence in the growth of *Alibertia edulis*. **Floresta e Ambiente**. v. 27, n. 1, p. 1-09, 2020c.

SHUKLA, P. S.; MANTIN, E. G.; ADIL, M.; BAJPAI, S.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. 655, p. 1-22, 2019.

SIDDIQI, L. M.; GLASS, A. D. M. Utilisation index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 4, n. 1, p.289-302, 1981.

SILVA, C. C.; ARRAIS, I. G.; ALMEIDA, J. P. N. de; DANTAS, L. L. de G. R.; FRANCISCO, S. O.; MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 234-241, 2016.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1.019–1.026, 2007.

SILVA, C. P.; GARCIA, K. G. V.; SILVA, R. M. da; OLIVEIRA, L. A. de. A. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2012.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. 2nd ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2009.

SILVA, P. O.; CARLOS, L.; COSTA, A. M.; DIAS, J. S.; VENEZIANO, V. M.; RODRIGUES, C. R. Ureia como fonte de nitrogênio na fisiologia e crescimento inicial de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae). **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1.192–1.200, 2020.

SILVA, T. R. G.; COSTA, M. L. A.; FARIAS, L. R. A.; SANTOS, M. A. dos; ROCHA, J. J. DE L.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. 1-9, 2021.

SOBRINHO, P. S.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; LUZ, P. B.; CAMILI, E. C. Caracterização física de frutos e sementes de *Lafoensia pacari*, *Alibertia edulis* e *Genipa americana*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 382-389, 2017.

SOUZA, B. G. A.; PEREIRA, L. A. F.; SOUZA, J. V. G. A.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; SOUSA, L. V. D.; BARROS JÚNIOR, A. P. Crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate sob efeito de extrato *Ascophyllum nodosum*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 712, 2017.

STAYKOV, N. S.; ANGELOV, M.; PETROV, V.; MINKOV, P.; KANOJIA, A.; GUINAN, K. J.; ALSEEKH, S.; FERNIE, A. R.; SUJEETH, N.; GECHEV, T. S. An *Ascophyllum nodosum*-Derived Biostimulant Protects Model and Crop Plants from Oxidative Stress. **Metabolites**, v. 11, n. 24, p. 1-20, 2021.

SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids¹. **Journal of plant nutrition**, v. 17, n.10, p. 1687–1699, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOLOUEI, S. E. L.; TRAESEL, G. K.; FREITAS DE LIMA, F.; SOUZA, F. H. A.; LESCANO, C. H.; CARDOSO, C. A. L.; OESTERREICH, S. A.; VIEIRA, M. C. Cytotoxic, genotoxic and mutagenic evaluation of *Alibertia edulis* (rich.) a. Rich. ex DC: an indigenous species from Brazil. **Drug and Chemical Toxicology**, v. 43, n. 2, p. 200–207, 2020.

VAN OOSTEN, M. J.; PEPE, O.; DE PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 4, n.1, p. 1-12, 2017.

VIEIRA, M. C.; PEREZ, V. B.; HEREDIA, Z. N. A.; SANTOS, M. C.; PELLOSO, I. A. O.; PESSOA, S. M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n. especial, p. 542–549, 2011.

WALLY, O. S. D.; CRITCHLEY, A. T.; HILTZ, D.; CRAIGIE, J. S.; HAN, X.; ZAHARIA, L. I. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine

macroalga *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, p. 324–339, 2013.

ZWACK, P. J.; RASHOTTE, A. M. Cytokinin inhibition of leaf senescence. **Plant Signaling & Behavior**, v. 8, n. 7, p. 1-7, 2013.